

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA DE UN COMPLEJO  
INDUSTRIAL**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTOR:** José Manuel Sánchez Lahuerta

**TUTOR:** Esteban Domínguez González-Seco

OCTUBRE 2009





## INTRODUCCIÓN

La razón principal por la cual me decidí a hacer un proyecto de estas características es que, en mi opinión, las instalaciones eléctricas son la base para el uso de la electricidad por parte del hombre de forma directa. Las técnicas han ido progresando a lo largo de la historia para poder ampliar los usos de las instalaciones de una forma más segura y cómoda.

En este documento, que supondrá mi finalización de los estudios de ingeniería industrial, se ha intentado poner en juego todos los conocimientos adquiridos durante la carrera a la vez de toda la información presente en lecturas recomendadas por el tutor que me ha guiado durante la realización.

En la construcción de un edificio, la instalación eléctrica representa una necesidad. Con ella hacemos posible la elevación y transporte interior, iluminación, climatización, uso de electrodomésticos. Es decir, dada nuestra forma de vida actual, se puede decir que adecuamos el edificio para que sea habitable.

El proyecto de una instalación eléctrica obliga al ingeniero diseñador a consultar multitud de reglamentos, manuales y normas para enfocar la tarea desde una posición lo más óptima posible. En ocasiones tener diferentes fuentes de información, para conseguir un diseño apropiado, puede conducir a conflictos o interpretaciones erróneas. En la realización de este proyecto se han encontrado esta serie de problemas, los cuales se han solucionado de la forma que se ha pensado, era más conveniente, utilizando la normativa y reglamentación más actual y apropiada a la que he tenido acceso.

La intención de este proyecto es abordar todos los puntos para la electrificación de un edificio que estará dedicado a trabajo de oficina, desde la acometida de la compañía en media tensión y puesta a tierra del edificio, hasta los estudios de eficiencia energética de la iluminación que tendremos en las diferentes salas.

El proyecto consta de varias partes. Primeramente, al tratarse de un proyecto fin de carrera se comentarán cuales son los objetivos del proyecto. Seguidamente, se desarrollará una memoria descriptiva; los cálculos justificativos; el pliego de condiciones; se adjuntarán anexos de materiales especificados y se citará la bibliografía que ha sido necesaria para la realización del documento. Finalmente, se presentará el presupuesto que costaría llevar a cabo la obra, y los planos necesarios para su seguimiento y ejecución.





## ÍNDICE GENERAL

	Pg.
0.- OBJETIVOS	3
1.- MEMORIA DESCRIPTIVA	5
2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	43
3.- PLIEGO DE CONDICIONES	85
4.- PRESUPUESTO	154
5.- ANEXOS	165
6.- BIBLIOGRAFÍA	178
7.- PLANOS	179



# ***OBJETIVOS***



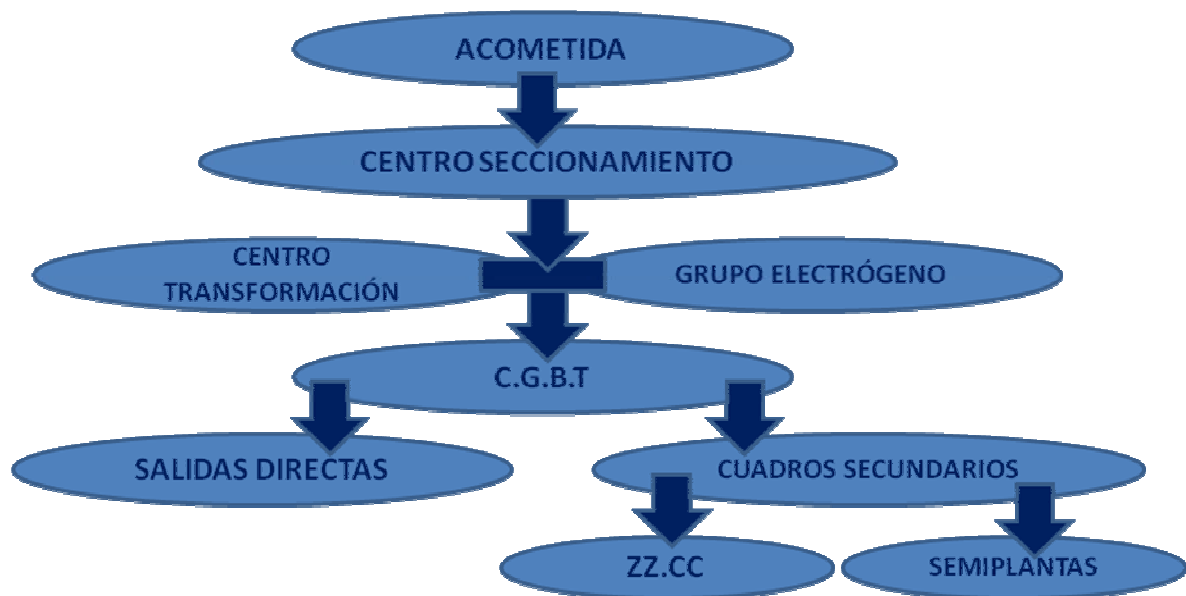


## **OBJETIVOS**

El objetivo de este proyecto de fin de carrera es planificar, describir, calcular y presupuestar las instalaciones eléctricas de baja y media tensión de un edificio de nueva construcción, el cual tendrá zonas destinadas a oficinas, despachos, rodajes de televisión y aparcamientos.

El edificio está situado en Madrid, en la calle Osiris. Consta de ático, 4 plantas de oficinas, planta baja y 3 sótanos que irán destinados a aparcamientos. En este proyecto solo trataremos de la parte eléctrica y alguna instalación complementaria.

Enfocando el proyecto desde una visión general uno de los aspectos primordiales será el uso de normativa y reglamentos totalmente actualizados. Al ser el edificio un centro de trabajo, se deberá tratar como “edificio de pública concurrencia”. Esta será la razón por la que será necesario el uso de una normativa más específica y una adecuación de las instalaciones más exigente.



**Fig1. Vertical eléctrica del edificio**

La intención que se tendrá en el proyecto será primero definir, calcular y diseñar la instalación de media tensión. Esta instalación de media tensión constará de varias partes. Primeramente estará el centro de seccionamiento, compuesto por varias celdas que permiten sacar una derivación de la línea de la compañía. Más tarde la línea llegará al centro de transformación, compuesto por celdas de protección y control de la línea.

Los elementos descritos en el párrafo anterior son los necesarios para alimentar el centro de transformación de edificio, el cual será el encargado de reducir la tensión de distribución de la compañía eléctrica hasta las tensiones de consumo de los aparatos domésticos. El centro de transformación será la segunda parte a definir en el proyecto.



Una vez que se tenga calculado la forma de obtener baja tensión, El segundo paso será la definición del cuadro general de baja tensión (C.G.B.T). Desde este cuadro se distribuirá electricidad en baja tensión a todos los receptores del edificio, ya sean otros cuadros secundarios como pueden ser los propios de las semiplantas del edificio o receptores directos como pueden ser los ascensores. Para hacer posible la distribución de energía desde el C.G.B.T será necesario previamente el cálculo de los conductores necesarios.

Seguidamente nuestro objetivo será el cálculo de los elementos de protección y elementos de conexión que albergarán cada uno de los cuadros secundarios.

Como apoyo al transformador y por considerarse como un edificio de pública concurrencia será necesaria la definición y dimensionado de un grupo electrógeno para partes del edificio que no puedan quedarse sin energía como pueden ser los ascensores, o el cuadro de protección de datos.

Por otra parte se llevará a cabo el diseño de una red de tierras por todo el edificio que proteja las instalaciones y sobre todo los contactos indirectos de las personas que estén en el edificio.

Finalmente se tendrá que colocar las luminarias, tomas de corriente y demás aparatos de otras instalaciones por todo el edificio considerando las necesidades específicas de cada zona.

Se pretenderá a su vez dotar al edificio de una regulación eléctrica en las zonas comunes para permitir un ahorro de energía mediante detectores de presencia y de movimiento. Se añadirá al proyecto los pertinentes estudios de iluminación a los que actualmente la normativa hace referencia en el apartado que corresponde a la eficiencia energética de los edificios.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos necesarios para la ejecución de la obra.

***MEMORIA***





## **MEMORIA**

### **ÍNDICE:**

<b>1.- GENERALIDADES</b>	<b>7</b>
<b>2. - LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>7</b>
<b>3.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO</b>	<b>8</b>
<b>4.- PREVISIÓN DE CARGAS</b>	<b>8</b>
<b>5.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>10</b>
5.1.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO	10
5.1.1.- <i>OBJETO DEL PROYECTO</i>	
5.1.2.- <i>ANTECEDENTES Y SOLUCIÓN ADOPTADA</i>	
5.1.2.1.- <i>ANTECEDENTES</i>	
5.1.2.2.- <i>SOLUCIÓN ADOPTADA</i>	
5.1.3.- <i>EMPLAZAMIENTO</i>	
5.1.4.- <i>EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y</i> <i>CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA</i>	
5.1.5.- <i>NORMATIVA</i>	
5.1.6.- <i>POTENCIAS Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE</i> <i>LAS REDES DE UTILIZACIÓN</i>	
5.1.6.1.- <i>POTENCIAS</i>	
5.1.6.2.- <i>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA RED</i> <i>DE UTILIZACIÓN</i>	
5.1.7.- <i>ACOMETIDA ELÉCTRICA Y CATEGORÍA DE</i> <i>CLASIFICACIÓN</i>	
5.1.8.- <i>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</i>	
5.1.8.1.- <i>CELDA Y EDIFICIO</i>	
5.1.8.2.- <i>UBICACIÓN</i>	
5.1.8.3.- <i>INTERCOMUNICACIÓN ENTRE Cía., CS Y CT</i>	
5.1.8.4.- <i>ACCESOS</i>	
5.1.9.- <i>CT ABONADO. CELDAS Y EDIFICIO</i>	
5.1.9.1.- <i>CELDA</i>	
5.1.9.2.- <i>EDIFICIO</i>	
5.1.9.3.- <i>INTERCONEXIÓN CON EL CS</i>	
5.1.9.4.- <i>ACCESOS</i>	
5.1.10.- <i>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</i>	
5.1.11.- <i>MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA</i>	
5.1.12.- <i>PUESTA A TIERRA</i>	



5.1.12.1.-	CONSIDERACIONES GENERALES	
5.1.12.2.-	TOMAS DE TIERRA	
5.1.12.3.-	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
5.1.13.-	CONDICIONES DE SEGURIDAD	
5.1.13.1.-	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	
5.1.13.2.-	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
5.1.13.3.-	CUADRO GENERAL DE BT	
5.1.14.-	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	
5.1.14.1.-	ALUMBRADO	
5.1.14.2.-	CONTRAINCENDIOS	
5.1.14.3.-	VENTILACIÓN	
5.1.14.4.-	CONDENSADORES	
5.2.-	GRUPO ELECTRÓGENO (GE)	30
5.3.-	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT) Y CIRCUITOS DE SEGURIDAD	31
5.4.-	CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE ZONAS EN PLANTAS (CS)	32
5.5.-	LÍNEAS PRINCIPALES	33
5.6.-	LÍNEAS DE DERIVACIÓN A CUADROS CS Y TOMAS ELÉCTRICAS	34
5.7.-	DISTRIBUCIONES EN PLANTAS	35
5.8.-	ALUMBRADO DE INTERIORES	35
5.9.-	CONTROL DE LOS ENCENDIDOS	38
5.10.-	RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	40
5.11.-	INSTALACIÓN DE PARARRAYOS	41
5.12.-	BATERÍA DE CONDENSADORES	42



## **1.- GENERALIDADES**

Este capítulo del proyecto se refiere a las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión a realizar, conforme al Reglamento Electrotécnico correspondiente y demás normas complementarias vigentes, en el edificio Torre Rioja Madrid S.A. de la C/ Osiris 11 de Madrid.

Las instalaciones eléctricas comenzarán en el Centro de Seccionamiento, donde llegarán los cables de acometida en MT.

El Suministro Complementario de Reserva estará atendido mediante un Grupo Electrónico de arranque, conexión a la red, desconexión y parada automáticas por falta y vuelta del suministro normal.

## **2. - LEGISLACIÓN APLICABLE**

Para la realización de este proyecto han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, de la Compañía Suministradora y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de Agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1.982 e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de Julio de 1.984.
- REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares de la Compañía distribuidora.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de Marzo de 1.971.

Eléctricamente el edificio está tratado como de “Pública concurrencia”.



### **3.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO**

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para las instalaciones que este capítulo contempla.

Desde el Cuadro General de BT (CGBT), alimentado normalmente por dos transformadores de 1000 kVA, o extraordinariamente por el grupo electrógeno, partirán circuitos comunes para alumbrado y fuerza, tomas de corriente, usos varios e informáticos. Además, desde este cuadro general se alimentarán potencias eléctricas dedicadas a usos específicos del alumbrado y fuerza tomas de corriente en los distintos cuadros secundarios (CS) y tomas eléctricas de los distintos equipos del edificio, como ascensores, maquinaria de clima, fontanería, etc.

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza tomas de corriente, se preverán dos cuadros secundarios (CS) por planta a situar en un sitio accesible desde el vestíbulo de la planta. Además se instalará un cuadro secundario por planta destinado a las zonas comunes de cada planta.

Para la solución a adoptar con dos escalones de protección: Cuadro General de BT y Cuadros Secundarios de zona en plantas, se diseñarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tal forma, que existirá entre ellos Selectividad en el disparo frente a cortocircuitos para la máxima corriente obtenida por cálculo en cada punto, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito máxima en barras del Cuadro General de BT está prevista para dos transformadores de 1000 kVA.

Como alumbrados especiales se preverá el siguiente:

1.- Alumbrado de Emergencia: Se ha proyectado un alumbrado especial “combinado” de ambiente y evacuación, utilizando para él aparatos autónomos provistos de acumuladores Níquel-Cadmio con autonomía de una hora. Estos aparatos se han situado en puertas, pasillos, vestíbulos, escaleras y zonas cuya superficie necesite más aparatos autónomos.

2.- Medidas de seguridad: Para el servicio de los ascensores de Seguridad y de la Bomba de Incendios se dispondrán Transformadores de Aislamiento, como protección adicional contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, en el CGBT. Las líneas de alimentación se realizarán con conductores del tipo (AS+) resistentes al fuego.

### **4.- PREVISIÓN DE CARGAS**

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades para los Suministros Normal de Compañía y Complementario de Reserva por Grupo Electrónico, se ha partido de los planos de planta donde están representados los puntos/luz y tomas de corriente, de cuyo recuento y aplicación del coeficiente 1,8 sobre la potencia de lámparas de descarga se han obtenido las cargas instaladas reflejadas en esquemas de cuadros, que por acumulación y aplicación de los coeficientes de simultaneidad extraídos del uso habitual en esta clase de edificios.





RELACIÓN DE POTENCIAS	Ubicación	Normal (W)	Emergencia (W)
CS-ZZCC (Zonas comunes)	Recepción		35000
CS-ESCALERA 1	Recepción		10000
CS-ESCALERA 2	Recepción		10000
TE-Góndola	Cubierta	3000	
TE-Ascensor 1	Cubierta		30000
TE-Ascensor 2	Cubierta		30000
TE-Ascensor 3	Cubierta		30000
TE-Ascensor 4	Cubierta		30000
TE-Ascensor 5	Cubierta		30000
TE-Ascensor 6	Cubierta		30000
CS-Alumbrado exterior	Recepción	10000	
TE-Plató 1	Planta Baja		20000
TE-Plató 2	Planta Baja		20000
CS-Planta 1	Planta 1	40000	
TE-Control Platos	Planta baja		8000
CS-P2-A	Planta 2	50000	
CS-P2-B	Planta 2	50000	
CS-P3-A	Planta 3	50000	
CS-P3-B	Planta 3	50000	
CS-P4-A	Planta 4	50000	
CS-P4-B	Planta 4	50000	
CS-P5	Planta 5	30000	
CS-SOT1-A	Sótano 1	15000	
CS-SOT1-B	Sótano 1	15000	
CS-SOT2-A	Sótano 2	15000	
CS-SOT2-B	Sótano 2	15000	
CS-SOT3-A	Sótano 3	15000	
CS-SOT3-B	Sótano 3	15000	
TE-Fontanería		15000	
CE-EXT-SOT1	Sótano 1		30000
CE-EXT-SOT2	Sótano 2		30000
CE-EXT-SOT3	Sótano 3		30000
CS-SM (Sala de máquinas)	Cubierta	600000	
TE-Enfriadora	Cubierta	250000	
TE-Megafonía			5000
TE-PCI	Sótano		18000
TE-Puertas entrada	Planta Baja		4000
CS-Calor	Cubierta	10000	
CS-CAFETERÍA	Planta baja	65000	
CS-CPD	Planta baja	100000	
CS-Portería	Recepción		8000
<b>TOTALES</b>		<b>1513000</b>	<b>408000</b>
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA</b>			<b>1921000</b>

(\*) Para los servicios de Emergencia indicados se ejecutarán acometidas con conductores resistentes al fuego de referencias RZ1-K (AS+)



Para atender esta demanda se dota a la instalación de dos transformadores de 1000 kVA suponiendo una simultaneidad de 1. También se dispone de un Grupo Electrónico de 600 kVA para el Complementario de Reserva, para alimentar todas las cargas del servicio de emergencia.

## **5.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **5.1.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT) Y SECCIONAMIENTO (CS)**

Consideraciones previas:

Al constituir las instalaciones eléctricas, aquí contempladas, un capítulo del proyecto general del edificio y tener como objeto la definición de las mismas, no se han separado, como proyectos independientes, las instalaciones de alta tensión y las de baja tensión.

Los distintos organismos oficiales necesitaran proyectos separados para las legalizaciones obligatorias de: alta tensión, baja tensión, grupo electrónico u otros exigibles. Dentro de alta tensión será necesario legalizar: la acometida en alta tensión que incluya la actuación en la línea existente de la Cía.

En el presente proyecto presentamos la documentación necesaria para la posterior elaboración de los citados proyectos.

#### **5.1.1.- Objeto del proyecto**

Se pretende definir las condiciones necesarias para la implantación de un nuevo CT, para 15-20/0.42 kilovoltios, en el interior del edificio, con una potencia total de 2000 KVA para ser ubicado en la planta baja del edificio.

El objeto del proyecto es el de establecer las condiciones y garantías técnicas a que han de someterse las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios para:

- Protección de las personas y cosas
- Regularidad para el uso de la instalación
- Definición de los materiales a emplear y su instalación
- Determinar el grado de inversión necesaria
- Definir las ampliaciones previsibles
- Definir las condiciones de la puesta en servicio
- Condicionar las operaciones de mantenimiento
- Aportar datos para la contratación de la energía



## **5.1.2.- Antecedentes y solución adoptada**

### **5.1.2.1.- Antecedentes**

Para atender la demanda de potencia instalada, se ha previsto la instalación de un centro de transformación (CT) con centro de seccionamiento (CS), que la Cía alimentará en AT. La obra es totalmente de nueva construcción.

La Cía. quiere que su bucle de acometida se instale en un local con acceso directo desde la calle. Por lo que el nuevo bucle de alimentación, o nuevo CS, se ubicará en un recinto especialmente acondicionado para el CS en planta baja con entrada directa desde la calle.

### **5.1.2.2.- Solución adoptada**

El presente proyecto define los nuevos elementos necesarios para la satisfacción de la Cía. suministradora, las normativas vigentes y las demandas de la propia instalación.

#### **Centro de seccionamiento (CS)**

Estará formado por celdas prefabricadas del tipo RM6. Formará conjunto con el CT de la planta baja, siendo ubicado en un cuarto con acceso único y exclusivo para el personal de la compañía desde el exterior del edificio. Recibirá la entrada y salida del bucle de la Cía y alimentará en AT el CT.

#### **Acometida en alta tensión al centro de transformación**

Desde el CS se realizara la acometida, en alta tensión, mediante una celda de paso de barras a las celdas de AT del centro de transformación.

#### **Centro de transformación (CT)**

El CT será del tipo de celdas prefabricadas SM6. Recibirá la acometida del centro de seccionamiento y lo alimentará directamente en AT. Desde la celda de medida se alimentará a través de un cable de 120mm<sup>2</sup> con malla el transformador de potencia, que estará ubicado en el mismo recinto, en una celda compartimentada con tabiques de fábrica de ladrillos y frontal de puerta metálica.

Se instalará una celda de remonte, una celda de protección general, una celda de medida y dos celdas de protección por ruptofusibles para cada transformador.



### **5.1.3.- Emplazamiento**

C/ Osiris 11, Madrid.

El edificio se dedica a servicios industriales y lo clasificamos eléctricamente como de “publica concurrencia” y las implantaciones serán:

- Centro de Seccionamiento se ubicará en un local con acceso directo desde la fachada del edificio solo para la compañía suministradora.
- El Centro de Transformación se ubicará en la planta baja con acceso tanto por el centro de seccionamiento, para la compañía suministradora, como por las salas técnicas de la planta baja del edificio solo para personal autorizado del servicio de mantenimiento.

### **5.1.4.- Empresa suministradora de energía y características de la acometida**

Potencia de cortocircuito:	400 MVA
Tensión nominal:	15.000 VOLTIOS
Frecuencia:	50 HERZIOS
Tiempo máximo de desconexión:	0,4 SEGUNDOS
Conexión del neutro:	AISLADO
Protección exigida:	50-51 y 67N

### **5.1.5.- Normativa**

Para la elaboración de este proyecto y la posterior realización de la obra se han tenido en cuenta y se cumplirán las normas siguientes:

- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R.D. 3275/1.982 DEL 12-XI.
- Instrucciones técnicas complementarias MIT-RAT. órdenes ministeriales de 84-94-95-96-00.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias. R.D. 842/2.002 de 2-agosto.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Normas UNE de obligado cumplimiento de acuerdo con la MIE-RAT 02 y recomendaciones UNESA.
- Normas impuestas por las entidades públicas afectadas: comunidad autónoma; ayuntamiento; medio ambiente y bomberos.
- Normas particulares de la Cía. suministradora.





instalación.

- Se conozcan los recargos y bonificaciones que se aplicaran cuando las potencias consumidas sean superiores o inferiores a la potencia contratada. Y si el hecho de sobrepasar la potencia contratada con cierta asiduidad puede implicar otro tipo de inconveniencia para el consumidor.
- Posibilidad de cambiar en el contrato el valor de la potencia contratada, cuando se tuviera un historial del consumo real de la instalación
- Por último la contratación exigirá equipos de medida, acordes con el contrato. Cualquier tipo de contador necesitara transformadores de medidas homologados y verificados por la Cía. y esto ya se contempla en este proyecto, pero la definición del tipo de contadores, debe hacerse de acuerdo con el contrato del suministro, siendo relativamente habitual que la instalación y suministro de los contadores, lo realice la propia Cía.

#### **5.1.6.2.- Características eléctricas de la red de utilización**

##### **A.- Red de alta tensión**

El centro de transformación responderá a las siguientes características técnicas:

- Tensión primaria	15.000-20.000 V
- Potencia instalada	2x1000 KVA
- Potencia de cortocircuito	400 MVA
- Intensidad máxima de cortocircuito	15,34 KA
- Frecuencia	50 HZ
- Sistema de conexión del neutro	Aislado
- Tensión de cortocircuito de trafo.	6 %
- Relés de protección.	50-51-67N

##### **B.- Red de baja tensión**

Con los transformadores instalados y los datos indicados, para la red de alta tensión, tendremos las siguientes características para la red de baja tensión:

- Tensión secundaria:	3 x 230 / 400 V
- Frecuencia:	50 HZ
- Potencia disponible a plena carga:	20000 KVA
- Intensidad nominal:	2428,36 A
- Intensidad de cortocircuito máxima en bornas del transformador de baja tensión	24,06 KA



### **5.1.7.- Acometida eléctrica y categoría de clasificación**

La Cía. suministrará la potencia requerida con una línea subterránea de 15.000 voltios, a 50 hertzios, por lo que la instalación de este proyecto se corresponderá a una instalación de tercera categoría (menor o igual a 30.000 V y superior a 1.000 V).

La acometida general, a la parcela, se tomara de la red que la Cía. tenga disponible más cercana.

### **5.1.8.- Centro de seccionamiento**

#### **5.1.8.1.- Celdas y edificio**

El CS es la unidad donde se recibe la acometida de la Cía., en alta tensión, en forma de bucle (entrada y salida) y desde donde sale, para alimentación en punta, la acometida al CT.

En este caso el CS esta junto con el CT, uniéndose con el a través de barrajes.

Las celdas para la entrada y salida del bucle de acometida de la Cía, así como la celda de protección de la salida, de la acometida al CT, como hemos indicado, formaran un conjunto de celdas, equipadas con apartamentas de alta tensión, bajo envolventes metálicas con aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, para una tensión de hasta 24.000 voltios acorde con las siguientes normativas:

- UNE 20090; 20135; 21081
- UNE-EN-60129; 60265-1
- CEI 60298; 60420; 60219
- Recomendaciones UNESA 6407

Toda la apartamentas estará agrupada en el interior de cada celda metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre, como elemento aislante.

El conjunto de celdas están homologados por la Cía. y permitido su implantación en el caso que nos ocupa.

Las celdas de entrada, o salida, están equipadas con interruptor-seccionador de corte y aislamiento en SF<sub>6</sub>, mando manual; seccionador de puesta a tierra; conectores especiales para la entrada de la acometida de cables de Cía.

La celda de salida para el CT está equipada con un interruptor-seccionador de corte y aislamiento en SF<sub>6</sub>, mando manual.

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS RM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.



- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección. 200 A.
- (400 A en interrup. automat).
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta.  
(es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración).

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 16 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será de 40 kA cresta.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra. Además, el seccionador de puesta a tierra deberá ser directamente visible a través de visores transparentes.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

### CELDA TRES INTERRUPTORES

- Conjunto Compacto Schneider gama RM6, modelo RM6 3I (3L), equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.142 mm de alto, 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.
- Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:
  - El interruptor de la función de línea es un interruptor-seccionador de las siguientes características:
    - Poder de cierre: 40 kA cresta.
    - Seccionador de puesta a tierra en SF<sub>6</sub>.
  - Palanca de maniobra.
  - Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
  - 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
  - Pasatapas de tipo roscados M16 de 400 A en las funciones de línea.
  - Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
  - Manómetro para el control de la presión del gas.
  - La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente





polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- o 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

#### **5.1.8.2.- Ubicación**

El conjunto del CS, se situará en planta baja con acceso directo desde la calle.

Las tres celdas que componen el CS quedarán encerradas por una malla metálica y permite un acceso restringido al personal de la Cía.

La propiedad puede ser requerida por la Cía para firmar una posible condición de servidumbre.

El Conjunto del CS y CT se montarán sobre una bancada de 30 cm para elevarlo del suelo del local.

#### **5.1.8.3.- Interconexión entre la CIA suministradora, el centro de seccionamiento y el centro de transformación**

La conexión de la red existente de la Cía. con el CS, se realizará a través de cables, con la simple apertura de pocos metros de zanja y los empalmes necesarios.

En las celdas de entrada y salida, del CS, se alojarán interruptores-seccionadores, que permitirán a la Cía. las maniobras necesarias para la explotación de su red.

La celda de protección para la salida de la acometida que alimentará el CT, estará equipada con el interruptor-seccionador exigido por la Cía. y que solo es manejable por ella.

#### **5.1.8.4.- Accesos**

##### **A.- Accesos de personal**

La entrada al CS estará situada con acceso directo desde la calle con paso exclusivo para la Compañía.

##### **B.- Accesos de materiales**

Las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los elementos necesarios para el CS. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2,30 m. de altura y de 1,40 m. de anchura



### **5.1.9.- Centro de transformación. Celdas y edificio**

#### **5.1.9.1.- Celdas**

El CT será de tipo interior empleando, para el alojamiento de su aparillaje, celdas prefabricadas bajo envolvente metálica construidas según la normas UNE-EN 60298.

Estas celdas modulares de aislamiento están equipadas con aparillaje fijo que utiliza SF6 como elemento de corte y extinción de arco.

Corresponden en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica única de acero inoxidable, conteniendo en su interior los interruptores y el embarrado.

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta,  
es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra.
- El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Los componentes del sistema de celdas será el siguiente:

#### **A.- CELDA DE REMONTE.**

- Celda Schneider de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:
- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.



- Embarrado de puesta a tierra.

### B.- CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

- Celda Schneider de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:
- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- 3 captadores de intensidad modelo CRa para la alimentación del relé VIP 300P.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Unidad de control VIP 300P, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.
- Sus funciones serán la protección contra sobrecargas y cortocircuitos (50-51).
- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general BT no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

### C.- CELDA DE MEDIDA.

- Celda Schneider de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:
- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- Transformadores de intensidad de relación 20-40/5A, 10VA CL. 0,5 S,  $I_{th}=200I_n$  y aislamiento 24 Kv según compañía.
- Transformadores de tensión según compañía, bipolares, modelo de alta seguridad de relación 16.500/-110:-110:3, 25VA, CL 0,5, 3P, potencias no simultáneas, contrato mínimo de 187 y máximo de 996 kW,  $F_t=1.9 U_n$  y aislamiento 24 kV. El segundo secundario tendrá las características



adecuadas para conectar una resistencia de contra ferro-resonancia (50  $\Omega$ /200W).

- 1 Resistencia de contra ferro-resonancia.

#### **D.- CELDA DE PROTECCIÓN CON RUPTOFUSIBLES.**

- Celda Schneider de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:
- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CII manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 63 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

#### **5.1.9.2.- Edificio**

El recinto disponible está en la planta baja, que se destina a usos administrativos, rodajes en platós, aparcamiento y otros servicios.

Esta situación obliga a que se construya formando sector de incendios independiente.

Paso de cables AT: Para el paso de cables de AT (acometida a las celdas de llegada y salida) se proveerá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas, cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

La bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas y sus dimensiones en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 325 y 600 mm. en celdas RM6 y SM6 respectivamente, y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.



Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

Para el acceso al recinto donde está situado el transformador se instalará una malla de protección que impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

En el piso se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del CT Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Se dispondrá de un sistema de ventilación forzada mediante extractor debido a la imposibilidad de refrigerar el local por ventilación natural. El caudal de aire mínimo necesario se indica en el Capítulo de Cálculos.

#### **5.1.9.3.- Interconexión con el centro de seccionamiento**

La interconexión está definida en el punto 5.1.9.3 de esta Memoria.

#### **5.1.9.4.- Accesos**

##### **A.- Accesos de personal**

La zona de las celdas del CT y su acceso estará restringido al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán como mínimo 2,10 m de altura y 0,90 m de anchura.

##### **B.- Accesos de materiales**

Las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2,30 m de altura y de 1,40 m de anchura

#### **5.1.10.- Transformadores de potencia**

Será una máquina trifásica reductora de tensión siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (\*).



El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Schneider, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 15.000 V.
- Regulación en el primario:  $\pm 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$ .
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)
- UNE 21538 (96)(HD 538.1 S1)

### CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.



### CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSION:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 4x240 mm<sup>2</sup> para las fases y de 3x240 mm<sup>2</sup> para el neutro.

### DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.

#### **5.1.11.- Medida de la energía eléctrica**

La medida de la energía eléctrica se realizara en alta tensión.

Se dispondrá de los contadores que la Cía requiera.

Los contadores se alimentaran desde los transformadores de intensidad y de tensión descritos en la celda de medida de alta tensión.

#### **5.1.12.- Puestas a tierra**

##### **5.1.12.1.- Consideraciones generales**

Este proyecto se esta definiendo con datos de la resistividad del terreno y espacios disponibles, para la ubicación de los electrodos de puesta a tierra, sin la confirmación de su valor y sin sus posiciones finales.

En consecuencia se darán una serie de supuestos y de normas, de instalación, que permitirán acotar los resultados deseados.

Los resultados finales que sean aceptados, deberán poder ser mantenidos durante toda la vida útil de la instalación, para lo cual se dispondrá de los elementos de comprobación necesarios, en locales que aseguren esta función.

En el Reglamento de Alta Tensión, MIE-RAT-13, se indica que todos los elementos que deban estar conectados a tierra, tanto de protección como de servicio, deben interconectarse constituyendo una sola instalación de puesta a tierra. Se exceptúa el caso en el que, para evitar tensiones peligrosas, provocadas por un defecto de la red de alta tensión, los neutros del sistema de la red de baja tensión, cuyas líneas salen del recinto del CT, puedan conectarse a una tierra independiente

Igualmente se condiciona la posible interconexión entre la red de puesta a tierra de los neutros citados con la red de puesta a tierra de protección de las masas de la instalación de baja tensión, según que el sistema sea TN o TT y por ultimo, se condiciona la interconexión entre las puestas a tierra de las masas de BT con las de AT.

Por todas estas posibilidades, que son función de los valores reales de las resistencias de puestas a tierras y de las intensidades y tensiones máximas de defecto,



proyectamos los sistemas de puesta a tierra de manera que antes de la puesta en servicio de la instalación, y con el conocimiento de los valores resultantes, la dirección técnica de la obra, con el instalador, puedan decidir la unificación, o no, de las distintas redes de puestas a tierra.

Para ello se dejarán instaladas tuberías de reserva, que comuniquen las distintas cajas de las bornas principales de tierra, para que en caso de decidir la unificación de tierras, estas canalizaciones permitan la instalación de los cables necesarios.

#### **5.1.12.2.- Tomas de tierra**

Pueden estar formadas por conductores de cobre desnudos de 50 mm<sup>2</sup> y enterrados a una profundidad mínima de 0,5 m, o por una combinación de estos conductores con picas de acero cobrizada, debidamente unidos con soldadura aluminotérmica.

Desde cualquier toma de tierra, que se establezca, se dispondrá de una prolongación del conductor de tierra hasta una arqueta registrable. En esta arqueta se instalará una caja de seccionamiento, medición y borne principal de tierra, y se realizarán las interconexiones de los conductores de protección con los conductores de tierra correspondientes.

En la caja de seccionamiento se dispondrá de un borne principal de tierra que permita las conexiones entre ambos sistemas y la comprobación posterior de su resistencia.

Como alternativa, la caja de seccionamiento deberá instalarse en un pared próxima, cuando sea posible, llegando, el conductor de tierra, hasta ella y conservando la arqueta anteriormente citada, para registro de paso.

La elección del tipo de toma de tierra se hará, siempre que sea posible, de acuerdo con la configuración tipo, que el método de cálculo de UNESA recomienda. En todos los casos se deben cumplir las condiciones de tensiones de paso y contacto definidas en la MIE-RAT-13.

Debe cuidarse que el cable de cobre desnudo, o las picas, no se instalen próximos a las canalizaciones metálicas del resto del edificio, para evitar la corrosión galvánica, cuando haya presencia del electrolito, que la humedad puede formar con el terreno. Las uniones entre partes metálicas de hierro y partes de cobre se realizarán con soldaduras aluminotérmicas y no pueden quedar sometidas al efecto del electrolito.

Las secciones de los conductores de las tomas de tierra y electrodos serán de 50 mm<sup>2</sup> como mínimo.

Por ser la red de MT de alimentación al CT, subterráneas y un sistema de Neutro Aislado las intensidades de primer defecto son muy bajas y quedan despejadas por el sistema de relés 67N que la Cía exige. Eliminando la presencia de tensiones de paso y contacto al no tener lugar un segundo defecto en el interior del CT.





### **A.- Toma de tierra del centro de seccionamiento**

Se unirá a la tierra del CT por lo que nos valdrá la definición descrita en el punto 5.1.12.2-B.

### **B.- Toma de tierra del centro de transformación**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra el neutro del transformador con los elementos del apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

## **5.1.12.3.- Conductores de protección**

### **A.- Centro de seccionamiento. Conductores de protección de las masas o tierra de protección.**

Para la función de protección de personas y cosas, todas las masas metálicas del bloque de celdas, las cuchillas de los seccionadores de puesta a tierra, las mallas de protección de los conductores de alta tensión, quedaran unidas por una red equipotencial de cable de cobre desnudo, que enlazará con el conductor de tierra a la puesta a tierra del CT con secciones mínimas de 50 mm<sup>2</sup>.

### **B.- Centro de transformación. Conductores de protección de las masas o tierra de protección.**

Para la función de protección de personas y cosas, deberán conectarse a tierra todas las partes metálicas de la instalación, que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo por averías, descargas atmosféricas o sobretensiones provenientes de la red de AT.

La red de conductores de protección, se realizara con conductores desnudos de cobre, de 50 mm<sup>2</sup> de sección, directamente grapados a la pared y conectando, en derivación, los elementos que citamos a continuación:

- Chasis y bastidores metálicos.
- Envolventes de armarios metálicos.
- Puertas y rejillas de ventilación del local.



- Mallazo del pavimento del CT.
- Carcasa de los transformadores.
- Envolventes y pantallas de cables de alta tensión.
- Secundarios de los transformadores de medida (\*).
- Seccionadores de puesta a tierra (\*).

(\*) Estas funciones son de servicio.

### **C.- Centro de transformación. Conductores de protección para servicio**

Para la función de servicio de la instalación de BT, deben ponerse a tierra los elementos siguientes:

- Neutro del sistema de BT del transformador
- Neutro del sistema de BT del grupo generador de emergencia

Las tomas de tierra de estos elementos deben, o pueden, ser independientes, por lo cual, los conductores de protección de esta red serán aislados de 0,6/1 kV, en todo su recorrido, hasta la arqueta de enlace con la primera pica correspondiente.

Al ser la intensidad de defecto muy pequeña, la condición requerida de que la tensión de defecto  $V_d = R_t \times I_d \leq 1.000$  Voltios, se cumplirá fácilmente para los valores posibles de resistencias de puesta a tierra. Es decir que será posible la unión de las tierras de protección y de servicio.

### **5.1.13.- Condiciones de seguridad**

Relacionamos a continuación las medidas de seguridad básicas que se contemplan en el proyecto, sin limitación de otras posibles, o reguladas, por cualquier norma en vigor que sea de aplicación.

#### **5.1.13.1.- Centro de seccionamiento**

##### **SEGURIDAD EN CELDAS RM6**

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrada se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.



Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

#### **5.1.13.2.- Centro de transformación**

##### **A.- Edificio de obra civil**

Al estar incorporado en la edificación de la planta baja del edificio se definen las medidas de seguridad siguientes:

El recinto debe formar sector de incendios separado del resto de los recintos del edificio.

El suelo dispondrá de una malla equipotencial puesta a tierra y de un sumidero para recogida de aguas.

Todas las partes conductoras de alta tensión quedaran protegidas, contra contactos directos, por envoltentes aislantes o por barreras físicas.

Para el caso de una hipotética expansión de aire, en el interior de las celdas, se habilita una cámara de aire de 10 cm., en la parte posterior de las mismas, por donde las chapas podrían abrirse sin peligro.

Tendrá detectores velocimétricos de incendios, que darán alarma de incendio a la centralita general del edificio, desde la cual se ordenara la parada del sistema de extracción de aire del centro y se colocaran dos extintores de incendios en los accesos.

En lugar visible se dispondrá de carteles de maniobra, esquema del sistema eléctrico y de tierra, y de instrucciones de primeros auxilios

En el interior del centro existirán los elementos de maniobra y de primeros auxilios necesarios:

- Pértiga de maniobra y puesta a tierra
- Guantes aislantes
- Banqueta aislante de maniobras
- Placas indicadoras de peligro de muerte
- Placa reglamentaria de primeros auxilios
- Elemento auxiliar para practicar la respiración artificial.
- Esquema unifilar de la instalación

##### **B.- Celdas de transformadores**

La ubicación del transformador se realizará dentro de una compartimentación formada por, tabicones de ½ pie, con refuerzos de UPN en los cantos, y puerta frontal metálica, enclavada con el interruptor de protección,



de tal manera que no se puede abrir la puerta sin la previa apertura del interruptor.

El propio transformador tendrá sondas de temperaturas para que, cuando su temperatura alcance valor peligroso, den órdenes de desconexión.

### **C.- Celdas de alta tensión**

#### **SEGURIDAD EN CELDAS SM6**

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

### **5.1.13.3.- Cuadro general de BT.**

Por tratarse de un edificio de pública concurrencia la instalación debe disponer de una fuente de energía complementaria y, en este caso, la compondrá un grupo electrógeno. Esto hará necesario la instalación, en baja tensión, de un cuadro de distribución de la red complementaria, que debe ser independiente del cuadro de distribución de la red normal.

### **5.1.14.- Instalaciones complementarias**

#### **5.1.14.1.- Alumbrado**

Para la alimentación de las redes de alumbrado debe tenerse la precaución de asegurar que la protección de estas se ubicara en el cuadro de servicios de alumbrados de las salas de los cuadros de BT y de las extracciones de aire de estos recintos, que contempla la importancia de la intensidad de cortocircuito, que por su proximidad al CGBT tendrán estas redes. Los conductores serán de ESO7Z1-K(AS), cables unipolares aislados con una tensión asignada de 450/750 V, conductor de cobre clase 5 con



aislamiento compuesto con termoplástico a base de poliolefina, con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).NORMA UNE 2111002. Todos ellos canalizados en tubo de PVC rígido.

#### **A.- Alumbrado normal**

En el interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para proporcionar una iluminación media de 200 lux.

Las luminarias serán estancas, con grado de protección IP-65, y se instalarán en lugares que permitan su mantenimiento sin peligro de contactos con las partes en tensión del CT.

#### **B.- Alumbrado de emergencia**

Consideramos el recinto del CT como de alto riesgo, en el que puede estar el personal de mantenimiento trabajando y tener necesidad de iluminación para asegurar, durante un determinado tiempo una iluminación suficiente.

Se instalarán aparatos autónomos de emergencia con lámparas fluorescentes, con flujos luminosos de 160 lúmenes y reserva de una hora. Tanto en el recinto como en sus vías de evacuación.

### **5.1.14.2.- Contraincendios**

#### **A.- Detección de incendios**

En el recinto del centro de transformación se instalarán detectores de incendios del tipo velocimétrico, conectados a la red general del sistema de contraincendios del edificio.

La activación de un detector provocará la alarma de incendios general, con indicación del sector y con la orden de desconexión del sistema de ventilación del CT.

#### **B.- Protección de incendios**

En las proximidades de cada entrada del CT se ubicarán dos extintores, debidamente señalizados, de 113b de eficacia.

El recinto formará sector de incendios independiente con RF-60 incluso la estructura.

Las puertas abrirán hacia la dirección de salida.



#### **5.1.14.3.- Ventilación**

El local deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación equivalente al que se indica en el capítulo de cálculos, y dispondrá de cierre automático en caso de incendio.

Los conductos de ventilación forzada del centro deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a huéspedes y viandantes.

Para asegurar los caudales necesarios se dispondrán de un extractor de capacidad suficiente, controlado por termostato y por la centralita de incendios.

#### **5.1.14.4.- Condensadores**

Para compensar el valor del coseno  $\phi$  (phi), que las pérdidas en vacío del transformador, provocan, se instalará batería de condensadores fijas para el transformador instalado. Se alimentarán desde la salida de BT del transformador protegidos con seccionadores-fusibles de alta capacidad de ruptura. Estarán equipados con resistencias de puesta a tierra que garanticen la descarga de tensión cuando sean desconectadas de la red.

### **5.2.- GRUPO ELECTRÓGENO (GE)**

Para garantizar un suministro de reserva del 25% de la potencia del Suministro Normal se implanta una fuente de alimentación formada por un Grupo Electrónico.

Se ha dispuesto la instalación de un grupo electrónico de 600 kVA a 1500 rpm, con una tensión de funcionamiento de 400 V y 50 Hz.

Las cargas fundamentales de seguridad que debe atender serán las de Ascensores de Emergencia y Grupo Contraincendios, así como los extractores de aire y alumbrado de escaleras. El alumbrado de Emergencia se resuelve con luminarias autónomas con baterías.

Ejecución encapsulado/insonorizado, con sistema de arranque automático por batería de acumuladores a causa del fallo en el suministro normal, conmutaciones de la carga también automáticas así como parada por vuelta del suministro normal. La refrigeración del motor será por aire mediante un ventilador soplante con protecciones.

Los conductores de potencia hasta la conmutación serán denominación (AS+) resistentes al fuego.

Todas las carcasas metálicas estarán conectadas a la red de puesta a tierra de protección de BT.

Con sistema de calefacción para el agua de refrigeración, mediante resistencia de caldeo eléctrico, con objeto de mantener el motor en óptimas condiciones de arranque. La temperatura de esta agua se fijará y controlará mediante un termostato diferencial.



Las chimeneas de evacuación de gases de la combustión, que componen el encapsulado del conjunto del grupo, serán prolongadas hasta la solución que exijan las normativas del Ayuntamiento

Cuadro de control para arranque automático microprocesado, medida, alarmas, interruptor automático de 4x1000 A, sin conmutación, tanque de combustible bajo bancada con indicador de nivel de 1350 litros de capacidad.

Los recintos del Grupo Electrógeno y Depósito de Combustible dispondrán de sistema de extinción automático y cumplirán las normas de Prevención de Incendios de la Comunidad y Ayuntamiento.

### **5.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT) Y DE CIRCUITOS DE SEGURIDAD**

Su destino será alojar todos los dispositivos de seccionamiento y protección de los circuitos de llegada (transformador y grupo electrógeno) y salida para cuadros secundarios y tomas eléctricas. Estando independizados ambos servicios.

Estarán ubicados en un local de uso exclusivo situado en la planta semisótano formando sector de incendio respecto a otros recintos.

Los CGBT previstos están constituidos por una envolvente metálica formada por paneles adosados, provistos de doble puerta delantera: la primera transparente bloqueada por cerradura; la segunda metálica y troquelada para dejar accesibles los mandos de los interruptores automáticos ocultando al propio tiempo las conexiones y partes metálicas en tensión. Todos sus elementos y aparataje serán accesibles por la parte delantera, no siendo necesario para la sustitución y/o reparación de cualquier elemento acceder a la parte trasera.

Los embarrados y cableados soportarán los efectos térmicos, electromagnéticos y resonantes que la red las puede solicitar. Así mismo, los conductores serán no propagadores de incendio ni llama y de baja emisión de humos y las canaletas no propagadoras de la llama.

Todos los interruptores automáticos de protección, tanto de llegada como de salida, se preverán de corte omnipolar, con relés magnetotérmicos tetrapolares regulados a la intensidad máxima admisible por el circuito que hayan de proteger, y tendrán un poder de corte mínimo de 18kA a 400V. En la elección de estos interruptores automáticos, se tendrán presentes criterios de selectividad frente a cortocircuitos, garantizados por el fabricante de la aparataje con respecto a los interruptores automáticos de los escalones sucesivos de protección. Todos los interruptores de protección de salidas a cuadros secundarios dispondrán de D.D.R. con regulación de tiempo e intensidad de disparo si no los presentan en sus correspondientes salidas de cuadros secundarios. Así mismo dispondrán de contactos de estado para el control general.

En los cuadros generales se instalarán las protecciones contra sobretensiones de origen atmosférico coordinadas previamente con el fabricante de pararrayos.



Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

Dispondrán de un 20% de reserva de espacio.

#### **5.4.- CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE ZONAS EN PLANTAS (CS)**

Los cuadros destinados a Red Normal y a Red Complementaria serán independientes y ubicados en sectores de incendios independientes del resto de las instalaciones.

En ellos se alojarán todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz y tomas de corriente. Así como los contactos de estado de los diferenciales.

En el CGBT se instalarán transformadores de separación de circuitos como medida de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, para Ascensores de Seguridad, Extractores y Bombas Contra incendios además de las protecciones de sobreintensidades y diferenciales.

Las envolventes proyectadas para los CSs serán para montaje empotrado o de superficie construidas con chapa electrocincada con tapas de protección de material plástico aislante y autoextinguible. Dispondrán de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda, troquelada para paso de mandos manuales de interruptores, estará fijada por tornillos. El grado de protección de esta envolvente será IP acorde con el local donde se instalen y su altura de montaje salvará el rodapié existente.

En su interior se alojarán los interruptores generales manuales de corte en carga para llegadas, interruptores automáticos subgenerales de bloque con Dispositivos de Disparo por corriente Residual (DDR) con sensibilidad de 30 mA como protección contra contactos indirectos, y los interruptores automáticos magnetotérmicos de protección para los circuitos de salida destinados a la alimentación de puntos de luz y tomas de corriente.

Los circuitos de distribución se protegerán individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x10 A para el alumbrado y de 2x16 A para los de tomas de corriente normales. Las superiores a 16 A se protegerán con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Todos estos interruptores automáticos tendrán un poder de corte acorde con la hoja de cálculo y dispondrán de protección para el conductor neutro.

Estarán cableados con conductor flexible no propagadores de incendio y llama y baja emisión de humos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se preverán con terminales a presión.





La elección de interruptores automáticos se realizará teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos serán tales, que en ningún caso superarán la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por él protegido.

Todas las salidas de los interruptores automáticos, quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimentan.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

Todos los cuadros dispondrán de espacio de reserva para un 20% más de salidas.

## 5.5.- LÍNEAS PRINCIPALES

Estas líneas son las que enlazarán las bornas de BT de transformador con el CGBT y las bornas del Alternador del Grupo hasta la conmutación.

Para la conexión Transformador-Cuadro General serán en cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, no propagador del incendio, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación R Z1-0,6/1 kV-K(AS).

Para la conexión Grupo-Cuadro General serán de cobre con designación RZ1-0,6/1KV(AS+) resistente al fuego.

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250 °C en el tiempo de corte del interruptor automático que le protege, y no superar caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el Reglamento Vigente.

La instalación será al aire sobre bandeja ventilada o canalizados en tubos grapados al paramento por encima de falsos techos. En el caso de utilizar bandeja, irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida. Las bandejas tendrán continuidad eléctrica mediante el empleo de piezas de conexión del fabricante.

Las bandejas metálicas irán puestas a tierra con una sección mínima de conductor de 16mm<sup>2</sup> con aislamiento amarillo-verde utilizándose piezas especiales del fabricante para esta unión.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales metálicos, que se unirán a los cables por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección.

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.



Los circuitos quedarán identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

## **5.6.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS (CS) Y TOMAS ELÉCTRICAS**

Estarán destinadas a enlazar los interruptores automáticos de salida del CGBT con los cuadros secundarios de zona (CS) y tomas eléctricas (TE).

Los cables previstos serán en cobre, y su instalación será en bandeja metálica perforada sin tapa y puesta a tierra hasta los Cuadros Secundarios (CS).

El cálculo de las secciones de los conductores se realizará para soportar sin sobrecalentamientos:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La intensidad de cortocircuito calculada en el punto de partida del circuito.

Su realización será en conductor de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación R Z1-0,6/1 kV-K (AS).

Los circuitos para seguridad como: Ascensores, Bomba de incendio y alimentación de extractores serán resistentes al fuego, designación (AS+).

Además, los valores de las caídas de tensión máximas para las potencias de plena carga no deberán superar los indicados en el Reglamento Vigente.

## **5.7.- DISTRIBUCIONES EN PLANTAS**

Comprenderá la realización, a partir de las bornas de salida de los CSs en el pasillo, de puntos de luz, tomas de corriente para usos varios, y distribuciones.

La realización de los circuitos será por lo general en tubo PVC flexible no propagadores de la llama, libre de halógenos, reforzado para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos. Cuando la instalación deba ser vista, se realizará con tubo de acero o PVC rígido no propagador de la llama para curvar en caliente. Para la fijación del tubo de PVC flexible reforzado se utilizarán bridas de cremallera tipo UNEX o equivalente. Para el tubo de acero o PVC rígido se utilizará en todos los casos abrazadera metálica adecuada al diámetro del tubo.

Los conductores a utilizar serán de cobre, con aislamiento V-750, no propagador del fuego ni llama y baja emisión de humos, designación H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS). Los cables serán de hilo rígido y en caso de utilizarse cable H07Z1-K (AS), sus conexiones se realizarán en todos los casos con terminales de presión.



El tamaño de cajas de registro será adecuado al número y diámetro de los tubos a alojar.

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores destinados a alumbrado y de 16 A para tomas de corriente.

Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión.

Los colores de los conductores corresponderán con el código establecido en el REBT.

Para el alumbrado especial destinado a emergencia y señalización se utilizarán unidades con 1 hora de autonomía.

## 5.8. - ALUMBRADO DE INTERIORES

Se realizará generalmente mediante lámparas fluorescentes compactas de distintas potencias según la zona. Su construcción será preferentemente en chapa de aluminio. Todas ellas llevarán una conexión a la red de tierra de protección, siendo todos los equipos de encendido en Alto Factor con reactancia eléctrica o magnética.

Los niveles medios de iluminación previstos por cálculo para las diversas dependencias serán:

Pasillos	100-150 lux
Recepción	150-300 lux
Vestuarios	150 lux
Almacenes	150 lux
Aparcamientos	200 lux
Sala Reuniones	50-400 lux
Salas de Instalaciones	150 lux
Cafetería	250 lux
Comedores	50-350 lux
Oficinas Administrativas	500 lux
Salas de espera	200 lux

En locales clasificados como húmedos (Vestuarios, etc.) así como Salas de Climatizadores, Centro de Transformación, Mantenimiento, Garaje y Grupo Electrónico, las luminarias serán herméticas, construidas con carcasas de aleación ligera inyectada, juntas de estanqueidad de silicona y pestillos de cierre en perfil extruido de aluminio anodizado. Reflector de aluminio anodizado. La luminaria tendrá un grado de protección IP65.

El alumbrado de evacuación y antipánico será mediante aparatos autónomos de entrada automática por fallo en la alimentación de 220 V, con una autonomía de 1 hora, cumpliendo las normas UNE 20.392-93 y la EN-60 598-2-22 indicadas en el Código



Técnico de la edificación y en el Reglamento y hojas de interpretación vigentes (ITC-BT-28).

Se necesitar conocer también que tipo de techos hay en cada planta para poder elegir el tipo de luminaria adecuada:

Ático	Falso techo
Plantas Oficinas	Falso techo
Planta Baja	Falso techo
Sótanos	Techo forjado

Esto nos dice que en todos los sótanos las luminarias a escoger deberán ser adosadas al techo y en el resto de plantas se podrán elegir luminarias empotradas en el falso techo.

### -ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Según el Código técnico en la sección SU 4, Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, el edificio deberá disponer de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas
- todo recorrido de evacuación
- los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contraincendios
- los aseos generales de planta en edificios de uso público
- los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas
- las señales de seguridad.

Debido a estos criterios la instalación de las luminarias de emergencia cumplirán las siguientes condiciones de posición:

- se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo
- se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.

Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación



- En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa
- En cualquier otro cambio de nivel
- En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos

Las luminarias de emergencia tendrán unas características de instalación que cumplan los siguientes criterios:

- La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.
- El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.
- La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:
  - En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
  - En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
  - A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
  - Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
  - Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.



## 5.9.- CONTROL DE LOS ENCENDIDOS

Para el ahorro de energía en las horas en las que ciertas zonas del edificio que no se utilizan a determinadas horas se toma como necesario la capacidad de controlar el encendido y apagado de forma mecanizada. Esto nos hace diseñar un sistema que permita este ahorro en aquellos recintos acorde siempre con el documento básico HE-3 del código técnico de la edificación.

Este sistema está compuesto por detectores, ya sean de movimiento o presencia. Para el control horario se necesitarán interruptores horarios. Otros elementos necesarios serán contactores e interruptores magnetotérmicos.

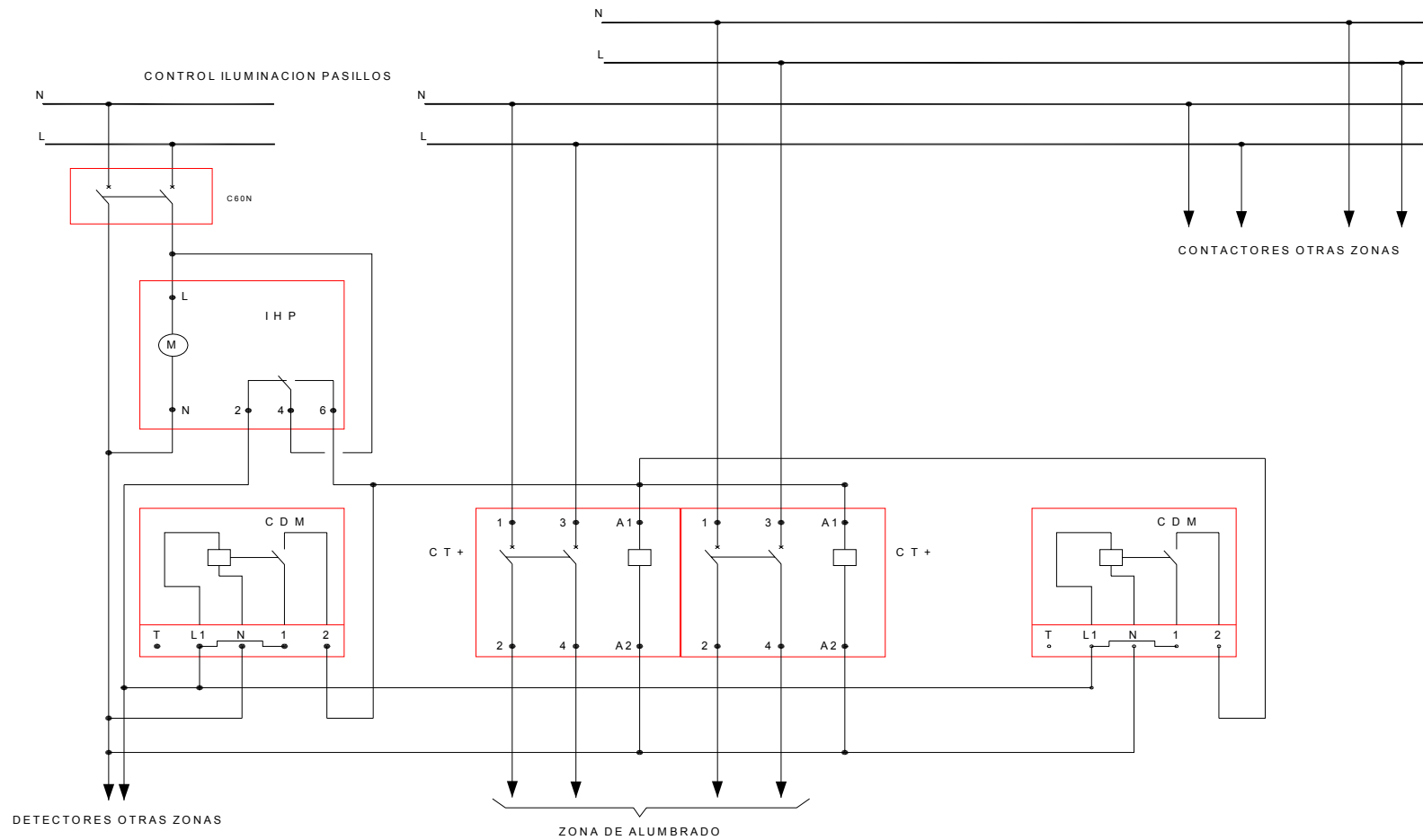
El funcionamiento de este sistema es sencillo, el interruptor horario o crepuscular está programado para que los circuitos que controla funcionen durante las horas que se hayan decidido, cuando el interruptor horario o crepuscular se apaga los circuitos dejarán de funcionar a menos que un detector instalado en la zona sea activado, con lo cual empezará una temporización prefijada en el detector que mantendrá encendidos los circuitos hasta que se agote el tiempo predefinido.

Eléctricamente tanto el interruptor horario como los detectores cierran circuitos que hacen funcionar los contactores asociados abriendo o cerrando la línea.

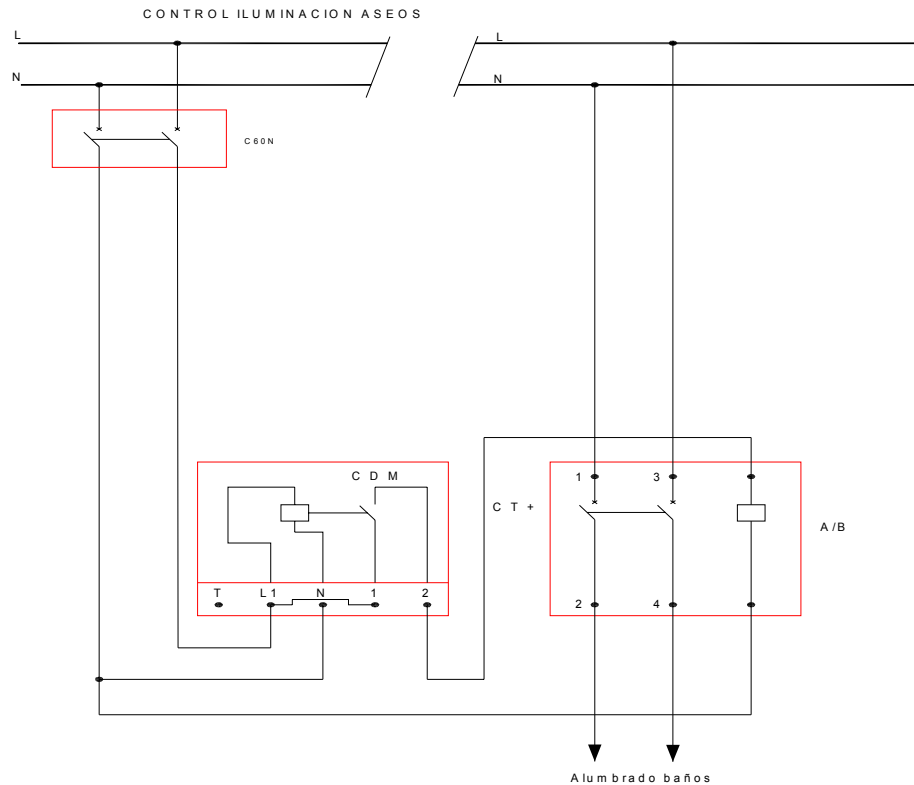
Las zonas con encendidos controlados de la forma descrita serán: pasillo, zonas comunes del edificio y aseos.

### LEYENDA

- IC2000P: Interruptor crepuscular con célula fotosensible.
- CT+: Contactor.
- C60N: Interruptor magnetotérmico.
- CDM: Detector de movimiento o presencia.



**Fig2. Esquema iluminación pasillos y zonas comunes.**



**Fig3. Esquema iluminación aseos.**

### **5.10.- RED DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

Para la seguridad de la instalación y funcionamiento de las protecciones contra contactos indirectos se establecen los siguientes sistemas de puesta a tierra:

- Sistema de tierra de protección de AT (Ver punto 5.1.12.2 del Centro de Transformación)
- Sistema de tierra de protección de BT.
- Sistema de tierra de los Neutros de Transformadores y Grupo Electrónico.
- Sistema de tierra para equipotencial de la estructura del edificio. Para unificar con el sistema de protección de BT.

A estos sistemas principales se acoplarán tomas de tierra para:





- Pararrayos. Para unificar con el sistema de la estructura del Edificio.
- Guías de ascensores. Para unificar con el sistema de la estructura del Edificio.
- Instalación de Telecomunicaciones y antena. Para unificar con el sistema de la Estructura del Edificio.

Todos tendrán sus bornas principales de tierra con posibilidad de seccionamiento para comprobaciones y quedarán interconectadas con tuberías para la posible unificación de los sistemas.

Se realizarán con conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, los electrodos de tierra equipotencial del Edificio y Guías de Ascensores, con sección mínima de 50 mm<sup>2</sup> los del Pararrayos y Protección de AT.

Los de protección de BT y de Neutros se realizarán con conductores aislados de secciones diversas según el reglamento de BT.

Los conductores de protección, equipotenciales y conductores de tierra cumplirán las necesidades mínimas en cada caso y soportarán las corrientes de cortocircuito que marcan el Reglamento de BT y los cálculos correspondientes.

La coordinación del funcionamiento de las protecciones por sobreintensidades y por corriente residual, determinarán las necesidades de las resistencias a tierra de los distintos sistemas, para evitar tensiones supuestas de defecto, que puedan provocar la superación de los límites de intensidad y tiempo permitidos para el cuerpo humano o las tensiones mínima aplicables a las instalaciones.

Siempre cumpliendo los distintos ITC-BT del Reglamento de BT que le sean de aplicación y las normas UNE correspondientes.

## **5.11.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS**

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL II con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 100 metros. Su instalación responderá a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de la Edificación.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”. Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm<sup>2</sup> que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por la fachada exterior.



## **5.12.- BATERÍA DE CONDENSADORES**

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de la Instalación del Conjunto del edificio formado por maquinaria de aire acondicionado, bombas, ascensores y otros receptores se ha previsto la instalación de una batería de condensadores con regulación automática.

Se ha previsto una batería de condensadores regulada de 400V 215Hz con un total de 600 KVAR.

Estará instalado en armario metálico independiente, protegidos con fusibles y contra armónicos, en lugar ventilado y seco.

Los conductores de alimentación desde el CGBT estarán dimensionados de acuerdo con las características de la red, potencia instalada y recomendación del fabricante, su carcasa estará puesta a tierra.

Tendrá resistencias de descargas que cumplan con lo exigido por la ITC-BT-48 del REBT.

***CÁLCULOS***  
***JUSTIFICATIVOS***





## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **INDICE:**

<b>1.-INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN</b>	<b>44</b>
1.1.-INTENSIDADES A PLENA CARGA	44
1.2.-INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	45
1.3.-DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO EN ALTA TENSIÓN	47
1.4.-DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN	49
1.5.-ALIMENTACIÓN EN MT	49
1.6.-PUENTES DE MT	49
1.7.-PUESTA A TIERRA	49
<b>2.-INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>51</b>
2.1.-JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO EMPLEADO	51
2.2.-HOJA DE CÁLCULO	52
2.3.-INTERPRETACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO	56
2.4.-CÁLCULO DE LÍNEAS	57
2.5.-CÁLCULO DE BARRAJES DEL CGBT	60
2.6.-CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	63
2.7.-CÁLCULOS LUMÍNICOS	70
2.8.-EFICIENCIA LUMINOSA	79
<b>3.-CÁLCULO DE PARARRAYOS</b>	<b>81</b>





## **1.- INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN**

Dispone de un Centro de Transformación, de nueva ejecución dotado de dos transformadores de 1000 KVA, cuya construcción está condicionada por la normativa correspondiente debidamente admitida por la Cia.

La acometida de se realizará al Centro de Transformación respondiendo a las características eléctricas facilitadas por la propia Cia. :

- Tensión nominal: 15 kV
- Potencia de Cortocircuito: 350 MVA
- Sistema de puesta a tierra del neutro: Reactancia limitadora para 500 A
- Intensidad máxima de defecto: 500 A
- Tiempo máximo de disparo: 0,5 segundos

La potencia total de 2000 kVA es suministrada mediante dos transformadores de aislamiento en seco, con una tensión de cortocircuito  $V_{cc} = 6\%$  y unas pérdidas totales máximas en el cobre y en el hierro, de 26,6 KW, y a 75 °C, siendo la tensión en baja y en vacío de 400/231 V.

### **1.1.- INTENSIDADES A PLENA CARGA**

#### **1.1.1.- Intensidad nominal en Alta Tensión**

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (1)$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U$  = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (KVA)	$I_p$ (A)
2x1000	2x38,49

Siendo la intensidad total primaria de 76,98 Amperios.



### **1.1.2.- Intensidad en Baja Tensión**

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2)$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro.

$W_{cu}$  = Pérdidas el cobre.

$U$  = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,4 kV.

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (KVA)	$I_s$ (A)
1000	1.424,18

Siendo la intensidad total secundaria de 2.848,36 A.

## **1.2.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO**

### **1.2.1.- Cortocircuito en Alta Tensión**

Para la potencia de cortocircuito de la red de Alta Tensión facilitada por la Compañía Suministradora de  $P_{cc1} = 350$  MVA se tiene:

$P_{cc1}$  = Potencia de cortocircuito de la Red de Alta Tensión en MVA.

$U_1$  = Tensión compuesta Primaria en kV.

$I_{cc1}$  = Corriente de cortocircuito trifásico en Alta Tensión, en kA eficaces

$$I_{cc1} = \frac{P_{cc1}}{\sqrt{3} \times U_1} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 15} = 13.47 \text{ kA} \quad (3)$$

La aparamenta prevista es de hasta 16 kA eficaces durante 1 segundo. Valor admitido por la Compañía suministradora.



### **1.2.2.- Cortocircuito en Baja Tensión**

Se calcula con la expresión utilizada para un transformador:

$$I_{cc2} = \frac{100 \times P_t}{\sqrt{3} \times V_{cc} \times U_2} \quad (4)$$

siendo en ella:

$I_{cc2}$  = Corriente de cortocircuito en Baja Tensión dada en kA.

$P_t$  = Potencia del transformador en kVA.

$V_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador dada en %.

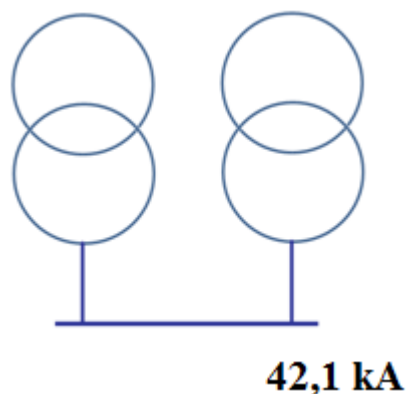
$U_2$  = Tensión compuesta Secundaria en Voltios a plena carga.

con lo que se tiene:

$$I_{cc-1000} = \frac{100 \times 1000}{\sqrt{3} \times 6 \times 400} = 24.05 \text{ kA} \quad (5)$$

En este caso la corriente de cortocircuito será 24,05 kA en bornas de BT de cada transformador. Si se considera la línea de BT de enlace con el barraje del CGBT y la línea de AT, su valor será inferior. En los cálculos justificativos de BT se facilita este dato.

Al ser 2 trafos conectados en paralelo la Intensidad de cortocircuito total será de 42,1 kA.



**Fig.4. Transformadores en paralelo**



### **1.3.- DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO EN ALTA TENSION**

#### **1.3.1.- Intensidad nominal máxima admisible**

En el punto 1.1.1 se ha obtenido el valor de 76,98 A de corriente que circulará por el embarrado de las celdas. Esto implica que el embarrado de las celdas a instalar deberá estar dimensionado para esa corriente como mínimo. Los principales fabricantes de celdas tienen normalizados los valores de 400 y 630 A, de intensidad nominal. En este caso serían válidas las celdas de intensidad nominal de 400 A.

#### **1.3.2.- Frecuencia propia de oscilación del embarrado**

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia, doble que la de las corrientes que los crean, se ha de elegir una distancia entre apoyos de los embarrados, tal que, en función de la barra escogida (en este caso tubo de diámetro exterior 2,4 cm), dé un cociente entre ambas frecuencias que debe diferir sensiblemente de 1, 2 y 3.

La expresión por la que se rige esta frecuencia de oscilación es:

$$f = 50 \times 10^4 \frac{b}{L^2} \quad (6)$$

Donde :

b = Longitud en cm de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo (en este caso 2,4 cm).

L = Longitud en cm medida entre apoyos del embarrado (en este caso 37,5 cm).

Dividiendo los dos miembros de la expresión anterior por 50 (frecuencia de la corriente eléctrica), se tiene:

$$\frac{f}{50} = \frac{50 \times 10^4 b}{50 \times L^2} = 10^4 \frac{2,4}{37,5^2} = 17$$

Se observa que este valor está muy alejado del cociente citado máximo de 3.

#### **1.3.3.- Solicitación electrodinámica**

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.



Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia electrodinámica de 40kA.

#### **1.3.4.- Solicitud térmica**

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

Puesto que la intensidad de cortocircuito es de 13,47 kA, bastará con escoger para el disparo, de los relés frente a cortocircuitos, un tiempo inferior a un segundo, (quedará garantizado puesto que la Cía. exigirá tiempos de disparos inferiores a los 0,5 segundos) quedando demostrado que el embarrado será capaz de resistir los efectos térmicos de un cortocircuito.

#### **1.3.5.- Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por él circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.



#### 1.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario para la ventilación se aplicará la siguiente expresión:

$$\text{Caudal (m}^3/\text{h)} = \text{Pérdidas (kW)} \times 216 \quad (7)$$

De esta manera, tenemos que:

Potencia del Transformador (kVA)	Potencia de pérdidas (kW)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
2x1000	26.6	5.745,6

Siendo el caudal total necesario de 5.745,6 m<sup>3</sup>/h.

#### 1.5.- ALIMENTACIÓN EN MT

La Cia. Suministradora permitirá la conexión del CT a 15 KV con conductores de características determinadas por ella, que se conectarán directamente a las celdas de entrada y salida. Estas celdas estarán construidas bajo Normas que garantizan el cumplimiento de las condiciones de Tensiones nominales y de pruebas, exigidas. Asimismo cumplirán las condiciones exigidas para las intensidades nominales y de cortocircuitos citadas.

#### 1.6.- ACOMETIDA DESDE CS A CT

La conexión entre el CS y el CT irá a través de cables unipolares de aluminio de aislamiento seco RHZ1 12/20 kV de 120 mm<sup>2</sup> de sección. El tiempo máximo admisible que estos cables soportan una sobreintensidad debido a un cortocircuito y la densidad de corriente admisible por este tipo de cable son los mismos que los calculados para los puentes de media tensión del apartado siguiente.

#### 1.7.- PUENTES DE MT

Se han previsto unos puentes trifásicos de AT de aislamiento seco RHZ1, 12/20 kV de 120 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión, desde la celda de protección del transformador hasta su correspondiente transformador.



Teniendo en cuenta que el cable utilizado para estos puentes transportará 2000 kVA, que equivalen a 23,12 A y que, siendo su sección de 120 mm<sup>2</sup>, la densidad de corriente será de:

$$\delta = \frac{23,12}{120} = 0,193 A/mm^2 \quad (8)$$

que es claramente inferior a la máxima densidad admisible para este tipo de cable.

El tiempo máximo que estos cables soportarán una sobreintensidad debida a un cortocircuito será:

$$t = \left( \frac{116 \times S}{I_{cc}} \right)^2 = \left( \frac{116 \times 120}{13470} \right)^2 = 1,068s \quad (9)$$

Por lo tanto, el tiempo escogido para el disparo de los relés debe ser inferior a estos 1,068 segundos, que soporta la intensidad de cortocircuito del cable en estudio.

## 1.8.- PUESTAS A TIERRA

En el capítulo 2.6 se establecen los cálculos justificativos de las distintas Puestas a Tierra del Proyecto.



## **2.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

### **2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO**

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para el abonado en Alta Tensión, corriente alterna 50 Hz, con una potencia de cortocircuito previsible de 350 MVA a la tensión de 15 kV.

En estas condiciones de suministro, el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su ITC-BT-19, establece que las caídas de tensión máxima admisibles a plena carga deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas a partir de las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas de tensión hasta los Cuadros Secundarios, han sido calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases  $U_2$ .

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

- $Z_{f2}$  = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en  $m\Omega$ .
- $R_{f2}$  = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en  $m\Omega$ .
- $X_{f2}$  = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en  $m\Omega$ .
- $P_{cc1}$  = Potencia de cortocircuito en la acometida de AT, dada en MVA.
- $U_1$  = Tensión compuesta de la acometida de AT, dada en kV.
- $U_2$  = Tensión compuesta del secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.
- $P_t$  = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.
- $V_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.
- $W_c$  = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.
- $L$  = Longitud del circuito, dada en metros.
- $N$  = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.
- $S$  = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en  $mm^2$ .
- $r_e$  = Resistencia específica del conductor a la temperatura de 60° C, dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/km$ ).
- $x_e$  = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/km$ ).
- $e_{R2}$  = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $e_{X2}$  = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $e_{Z2}$  = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.



- $\cos\phi$  = Factor de potencia de la carga.
- $e_2\%$  = Caída de tensión por fase en %.
- $V_2$  = Tensión simple de fase en secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.
- $V_c$  = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.
- $V_{co}$  = Tensión simple de fase en las bornas de BT de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.
- $I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).
- $I$  = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según REBT, dada en Amperios.
- $I_2$  = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.
- $I_{c2}$  = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.
- $t$  = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la  $I_{cc2}$  calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

## 2.2.- HOJA DE CÁLCULO

Mediante la aplicación de las fórmulas a los circuitos y elementos de la instalación diseñada (reflejada en esquemas del proyecto), se obtienen los diferentes valores que en las columnas de las Hojas de Cálculo siguientes se indican



FORMULARIO UTILIZADO		
1) LINEA ACOMETIDA ALTA TENSION	2) TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	3) LINEA DE BAJA TENSION CABLE
$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \Psi$ $X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \Psi$ <p>Valores  <math>\cos \Psi = 0.15</math>  <math>\sin \Psi = 0.99</math>  <math>U_2</math> = Tensión compuesta secundario en vacío.</p>	$Z_{f2} = \frac{V_{cc}}{100} \times \frac{U_2^2}{P_t}$ $R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$ <p><math>P_t</math> = Potencia del transformador.  <math>W_c</math> = Perdidas totales en el cobre del transformador.  <math>V_{cc}</math> = Tensión de cortocircuito del transformador.</p>	$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}$ $X_{f2} = X_e \times \frac{L}{N}$ $Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$ $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Z_{f2}}$ <p><math>X_e = 0.08</math> para cables TETRAPOLARES  <math>X_e = 0.1</math> para cables unipolares agrupados con neutro al centro  <math>X_e = 0.15</math> para cables unipolares peor agrupados</p>
CAIDAS DE TENS. A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT. DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PROTECCION	CÁLCULO DE LINEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} R_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} X_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \varphi + \sum e_{X2} \sin \varphi)$ $e_2 \% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_{co}}\right)$ <p><math>V_c</math> = Tensión simple en la carga  <math>V_2</math> = Tensión simple en vacío</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p><math>V_{co}</math> = Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores</p>	<p><b>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO:</b></p> $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$ <hr/> <p><b>MAXIMA SOLICITUD TERMICA ADMISIBLE POR EL CABLE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable en aluminio = <math>13.456 \times S^2</math></li> <li>- Cable en cobre = <math>30.976 \times S^2</math></li> </ul> <hr/> <p>TIEMPO MAXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO POR ACCION DE LA <math>I_{cc2}</math>:</p> $t = \frac{176^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$ $t = \frac{116^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Aluminio}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensidades del cortocircuito.</li> <li>Solicitud térmica admisible por el cable.</li> <li>Intensidades admisibles de los cables.</li> <li>Caídas de tensión a plena carga.</li> </ul> <p><b>PROYECTO:</b></p> <p><b>Diseño de la instalación eléctrica de un complejo industrial</b></p>





SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA (VA)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	ΔU% Acum.	Composición de la Línea (mm <sup>2</sup> )	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm <sup>2</sup> ) Tierra
1 TRAF0	C.G.B.T.	R	1.000.000	1.443	20	CU	1.656	1.600	0,36	4x(3x(1x240))+4x((1x240))+TT			
C.G.B.T.									0,36		42,37		
C.G.B.T.	CS-ZZCC	G	35.000	51	40	CU	64	63	1,99	4x16+TT	4,27	0,43	16
C.G.B.T.	CS-Escalera 1	G	10.000	14	40	CU	34	16	1,60	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	CS-Escalera 2	G	10.000	14	40	CU	34	16	1,60	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	Góndola	R	3.000	4	70	CU	37	6	0,97	4x6+TT	0,94	1,25	6
C.G.B.T.	CS-SM	R	600.000	866	50	CU	1114	1.000	1,38	3x(3x(1x185))+2x((1x185))+TT	25,69	10,82	185
C.G.B.T.	TE-Ascensor 1	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	TE-Ascensor 2	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	TE-Ascensor 3	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	TE-Ascensor 4	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	TE-Ascensor 5	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	TE-Ascensor 6	G	30.000	43	70	CU	73	50	2,50	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	CS-Alum.ext.	R	10.000	14	70	CU	39	16	2,26	4x6+TT	0,94	1,25	6
C.G.B.T.	TE-Plató 1	G	20.000	29	40	CU	39	32	2,53	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	TE-Plató 2	G	20.000	29	45	CU	39	32	2,80	4x6+TT	1,46	0,52	6
C.G.B.T.	CS-Planta 1	R	40.000	58	30	CU	73	63	1,58	4x16+TT	5,62	0,25	16
C.G.B.T.	TE-Cont. Platós	G	8.000	12	40	CU	39	16	1,23	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	CS-P2-A	R	50.000	72	40	CU	93	100	1,66	4x25+TT	6,48	0,46	16
C.G.B.T.	CS-P2-B	R	50.000	72	45	CU	93	100	1,83	4x25+TT	5,80	0,58	16
C.G.B.T.	CS-P3-A	R	50.000	72	45	CU	93	100	1,83	4x25+TT	5,80	0,58	16
C.G.B.T.	CS-P3-B	R	50.000	72	50	CU	93	100	1,99	4x25+TT	5,25	0,70	16
C.G.B.T.	CS-P4-A	R	50.000	72	50	CU	93	100	1,99	4x25+TT	5,25	0,70	16
C.G.B.T.	CS-P4-B	R	50.000	72	55	CU	93	100	2,15	4x25+TT	4,80	0,84	16
C.G.B.T.	CS-P5	R	30.000	43	60	CU	73	50	2,19	4x16+TT	2,88	0,95	16
C.G.B.T.	CS-SOT1-A	R	15.000	22	35	CU	39	25	1,79	4x6+TT	1,88	0,32	6
C.G.B.T.	CS-SOT1-B	R	15.000	22	40	CU	39	25	1,99	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	CS-SOT2-A	R	15.000	22	40	CU	39	25	1,99	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	CS-SOT2-B	R	15.000	22	45	CU	39	25	2,19	4x6+TT	1,46	0,52	6
C.G.B.T.	CS-SOT3-A	R	15.000	22	45	CU	39	25	2,19	4x6+TT	1,46	0,52	6
C.G.B.T.	CS-SOT3-B	R	15.000	22	50	CU	39	25	2,40	4x6+TT	1,32	0,64	6



C.G.B.T.	TE-FONTANERIA	R	15.000	22	60	CU	39	25	2,80	4x6+TT	1,10	0,92	6
C.G.B.T.	TE-PCI	G	18.000	26	60	CU	54	32	2,12	4x10+TT	1,82	0,93	10
C.G.B.T.	CE-EXT-SOT1	G	30.000	43	50	CU	73	50	1,89	4x16+TT	3,44	0,67	16
C.G.B.T.	CE-EXT-SOT2	G	30.000	43	55	CU	73	50	2,04	4x16+TT	3,14	0,80	16
C.G.B.T.	CE-EXT-SOT3	G	30.000	43	60	CU	73	50	2,19	4x16+TT	2,88	0,95	16
C.G.B.T.	TE-MEGAFONÍA	G	5.000	7	35	CU	39	10	0,84	4x6+TT	1,88	0,32	6
C.G.B.T.	TE-Puertas Ent.	R	4.000	6	40	CU	39	6	0,80	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	BAT.CONDEN.	R	600.000	1.386	20	CU	1.490	1.600	0,75	3x(3x(1x240))+TT	36,22	12,24	185
C.G.B.T.	TE-ENFRIADORA	R	250.000	361	70	CU	442	400	1,55	3x(1x240))+(1x240)+TT	14,85	8,09	150
C.G.B.T.	CS-CALOR	R	10.000	14	40	CU	54	16	1,01	4x10+TT	2,72	0,42	10
C.G.B.T.	CS-PORTERIA	G	8.000	12	40	CU	39	16	1,23	4x6+TT	1,64	0,41	6
C.G.B.T.	CS-CAFETERIA	R	65.000	94	40	CU	140	100	1,21	4x50+TT	11,62	0,57	35
C.G.B.T.	CPD	G	100.000	144	40	CU	195	160	1,29	3x(1x70))+(1x70)+TT	14,71	0,70	50
GE	C.G.B.T.	0	600.000	866	100	CU	1.104	1.000	0,00	2x(3x(1x240))+2x((1x120))+TT	2,60	0,00	240



### 2.3.- INTERPRETACIÓN DE LAS HOJA DE CÁLCULO

Como complemento a la representación y definición de magnitudes utilizadas en el formulario que se ha indicado en el apartado 2.2, en este se hace mención a las siguientes columnas de las Hojas de Cálculo anteriores.

- Columna **“SALIDA de la Línea”**.- Indica el punto de partida de la línea calculada.
- Columna **“LLEGADA de la Línea”**.- Indica el punto de llegada de la línea calculada.
- Columna **“BARRA”**.- Indica el tipo de alimentación de la línea en estudio en el cuadro del que parte, ya sea de las barras de “red” o de las barras de “grupo” (red-grupo).
- Columna **“POTENCIA (VA)”**.- Indica la potencia en voltamperios que va a transportar la línea.
- Columna **“I (A)”**.- Indica la corriente correspondiente a la potencia a transportar, indicada en la columna anterior.
- Columna **“Long. (m)”**.- Indica la longitud estimada para la línea en estudio.
- Columna **“Mat.”**.- Indica si la línea es de cobre o aluminio.
- Columna **“I Max Adm. Línea”**.- Indica la corriente máxima que admite la línea considerando la sección comercial inmediatamente superior a la de cálculo.
- Columna **“Protec”**.- Indica el calibre de la protección a colocar en cabecera de línea. Dicho calibre deberá ser, o directamente o por regulación, inferior al de la intensidad máxima admisible por la línea.
- Columna **“ $\Delta U\%$  Acum.”**.- Indica los valores de la caída de tensión debida a la impedancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
- Columna **“Composición de la Línea ( $\text{mm}^2$ )”**.- Indica la composición total de la línea en estudio.
- Columna **“Icc (kA)”**.- Indica la intensidad de cortocircuito trifásico máximo en el circuito, ocurrido en el punto extremo más alejado de la línea considerada.
- Columna **“T.max. (s)”**.- Indica el tiempo máximo que la línea, en estudio y de composición determinada, soporta la circulación de la intensidad de cortocircuito y, por lo tanto, el tiempo máximo menor del cual tiene que actuar su protección.



- Columna “S (mm<sup>2</sup>) Tierra”.- Indica la sección del conductor de tierra. Para secciones grandes se determina en base a la solicitud térmica.

## 2.4.- CÁLCULO DE LÍNEAS

Las líneas eléctricas diseñadas para este proyecto han sido elegidas bajo las siguientes condiciones:

1. Deben soportar sin sobrecalentamientos la intensidad calculada para la potencia instalada a transportar por ellas.
2. Las caídas de tensión calculadas para la intensidad de plena carga, no deben superar en este caso de Acometida en Alta Tensión con Centro de Transformación propio, el 4,5% en el uso de Alumbrado, y el 6,5% en los usos de Fuerza, partiendo de la tensión en bornas de baja de transformadores en vacío.
3. Se ha tenido en cuenta, al aplicar las formulas de caídas de tensión, que lo más desfavorable es, tomar en cada embarrado de cuadros los voltios remanentes de la caída de tensión del tramo anterior considerado.
4. Para generalizar los cálculos, optamos por considerar un resto del 1,5 %, de pérdida de tensión máxima permitida, para las últimas acometidas a receptores desde cuadros secundarios, o bien desde los puntos de tomas eléctricas (TE). Por lo que debe ponerse atención a la columna de  $\Delta U\%$  acum., de tal manera, que los % totales, finalmente acumulados, no sobrepasen los totales permitidos en el Reglamento.
5. En caso de cortocircuito en el extremo más alejado de la línea, no se superará en ninguna de ellas su máxima solicitud térmica admisible; para lo cual el tiempo de corte del relé magnético del interruptor automático que la protege, debe ser inferior al reflejado en la Columna T.max. (s) de la Hoja de Cálculo.

Además, en combinación con la aparamenta elegida para sus protecciones magnetotérmicas, quedará garantizado que:

- Regulados los relés del interruptor automático que las protege a la intensidad máxima admisible en el conductor de las mismas, **existirá selectividad en el disparo frente a cortocircuitos entre los diferentes escalones de protección.**

En la citada Hoja de Cálculo se han incluido todas las líneas del proyecto hasta las alimentaciones de Cuadros Secundarios, así como hasta las Tomas Eléctricas (TE) destinadas a fuerza motriz de máquinas o cuadros particulares aportados por usos otros industriales.



En el caso de las instalaciones eléctricas para alumbrado y fuerza usos varios, que han sido diseñadas compartiendo líneas hasta los Cuadros Secundarios, la base de cálculo se ha tomado como si sólo se tratara de instalación destinada a usos de alumbrado, habiéndose realizado sus distribuciones a puntos de luz y tomas de corriente bajo las condiciones generales siguientes:

**1. INTENSIDADES ADMISIBLES Y PROTECCIÓN TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES UTILIZADOS EN LAS DISTRIBUCIONES.**

En aplicación de la ITC-BT-19 apartado 2.3 y norma UNE 20460-5-523 para conductores unipolares aislados en policloruro de vinilo, con no más de 3 circuitos por un mismo tubo empotrado o al aire y una temperatura ambiente igual o inferior a 30° C, se obtiene el coeficiente  $0,7 \times 1,15 = 0,8$  que aplicado a la columna de dos conductores unipolares bajo tubo o conducto de la tabla 1, permite las siguientes intensidades y protecciones mediante interruptor automático magnetotérmico.

- La sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  admite 12 A, estando protegida en el proyecto con 10 A.
- La sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  admite 16,8 A, estando protegida en el proyecto con 16 A.
- La sección de  $4 \text{ mm}^2$  admite 21,6 A, estando protegida en el proyecto con 20 A.
- La sección de  $6 \text{ mm}^2$  admite 28,8 A, estando protegida en el proyecto con 25 A.
- La sección de  $10 \text{ mm}^2$  admite 40 A, estando protegida en el proyecto con 32-40 A.
- La sección de  $16 \text{ mm}^2$  admite 52,8 A, estando protegida en el proyecto con 50 A.

**2. CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN, DESDE CUADROS SECUNDARIOS.**

Todas las líneas están dimensionadas para que la caída máxima de tensión en ellas no supere el 1,5% de la tensión nominal de vacío del transformador de 3x400/230 V, en este caso. Para lo cual, tomando como conductividad del cobre 56, la longitud media de cada uno de los circuitos representados en los esquemas de Cuadros Secundarios, no supera los siguientes valores para cada una de las secciones de los conductores utilizados:

- Sección de  $1,5 \text{ mm}^2$

- Potencia máxima línea monofásica :

$$I \times U \times \cos\phi = 10 \times 230 \times 0,9 = 2.070 \text{ W.}$$

- Longitud máxima admisible:  $L = 17,88 \text{ m.}$



- Sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea monofásica :  
 $I \times U \times \cos\varphi = 16 \times 230 \times 0,9 = 3.312 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 18.63 m.

- Sección de 4 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea monofásica :  
 $I \times U \times \cos\varphi = 20 \times 230 \times 0,9 = 4.140 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 23.85 m.

- Sección de 6 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea monofásica :  
 $I \times U \times \cos\varphi = 25 \times 230 \times 0,9 = 5.175 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 28.62 m.

- Sección de 10 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea monofásica :  
 $I \times U \times \cos\varphi = 40 \times 230 \times 0,9 = 8.280 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 29.81 m.

- Sección de 16 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea monofásica :  
 $I \times U \times \cos\varphi = 50 \times 230 \times 0,9 = 10.350 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 34.34 m.

- Sección de 1,5 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 10 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 6.228 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 39.96 m.

- Sección de 2,5 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 16 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 9.964,8 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 37.46 m.

- Sección de 4 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 20 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 12.456 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible: L = 47.94 m.



- Sección de 6 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 25 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 15.570 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible:  $L = 57.53 \text{ m.}$

- Sección de 10 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 40 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 24.912 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible:  $L = 59.94 \text{ m.}$

- Sección de 16 mm<sup>2</sup>

- Potencia máxima línea trifásica :  
 $I \times \sqrt{3} \times U_c \times \cos\varphi = 50 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 = 31.140 \text{ W.}$
- Longitud máxima admisible:  $L = 76.71 \text{ m.}$

Valores obtenidos a partir de las fórmulas:

==> Circuito monofásico:

$$e = \frac{2 \times L \times P \times \cos\varphi}{56 \times S \times 230} = 3,45 \text{ V} \quad (10)$$

==> Circuito trifásico:

$$e = \frac{L \times P \times \cos\varphi}{56 \times S \times 400} = 6 \text{ V} \quad (11)$$

En ellas se ha tomado como tensión de distribución 3 x 400/230 V, y siendo:

- $L$  = longitud media de la línea en metros.
- $P$  = potencia aparente en voltio-amperios (VA).
- $S$  = sección del conductor de fase en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>).
- $e$  = caída de tensión máxima entre fase y neutro = 3,45 V, equivalente al 1,5% de 230 V.
- $\cos\varphi$  = factor de potencia de los receptores = 0,90.

## 2.5.- CÁLCULO DE BARRAJES EN EL CGBT

El cuadro CGBT se compone de servicio normal y servicio complementario. Ambos alimentados por los transformadores de 1000 kVA quedando el servicio complementario sólo alimentado por el Grupo Electrógeno de 600kVA cuando la red está ausente. Por tanto, uno y otro barraje han de ser calculados para los transformadores de 1000 kVA, condición bajo la cual también deben ser calculadas las líneas de salida.



### HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Los barrajes de todos los cuadros, así como las secciones mínimas de los conductores, responden a las solicitudes de cada  $I_{cc}$  indicada en la hoja de cálculo para cada cuadro. Se tendrán en cuenta tanto los efectos eléctricos de calentamiento como los efectos electrodinámicos.

El material usado para las barras de cobre tendrá una carga máxima admisible de  $3.000 \text{ kg/cm}^2$  y el punto de partida de la intensidad de cortocircuito en el CGBT será de  $17,63 \text{ kA}$ .

### JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La intensidad máxima admisible para las pletinas de cobre se ajustará a las tablas de los reglamentos afectados.

El fabricante de los cuadros de la instalación, a través del instalador, deberá justificar el dimensionamiento de las barras y cableado según los datos que facilitamos en la hoja de cálculo. Para ello utilizará las siguientes fórmulas:

- **Momento flector** para una viga empotrada en sus extremos y sometida a una carga uniformemente distribuida

$$M = \frac{F \times L}{12} \quad (12)$$

donde F es el esfuerzo máximo para barras paralelas ante un cortocircuito trifásico sin amortiguamiento (asimilable al monofásico para las fases de los lados)

$$F = 6 \times 2,04 \times 10^{-2} \times I_{cc}^2 \times \frac{L}{d} \quad (13)$$

Siendo:

L = Distancia entre apoyos empotrados dada en cm.

d = Distancia de separación entre ejes de las fases en cm.

- **Módulo resistente** del conjunto de las pletinas con las que se diseñe la fase.

$$W = n \times \frac{h \times b^2}{6} \quad (14)$$

Siendo:

n = número de pletinas por fase.

h = altura de la pletina.

b = ancho de la pletina.





- Comprobándose que la **carga máxima** soportada por el barraje

$$r_{\max} = \frac{M}{W} \quad (15)$$

sea menor que los 3.000 kg/cm<sup>2</sup> que soporta el cobre.

- Así mismo debe garantizarse que la **frecuencia máxima de oscilación** de las barras son diferentes de 50 – 100 – 150 Hz, para asegurar la no presencia de resonancia, utilizando la fórmula:

$$f_f = f_c \times 10^4 \times \frac{b}{L^2} \quad (16)$$

Por lo que el tomar una frecuencia de oscilación superior a 150 Hz, p.e. a 4 veces es igual a 200 Hz.

Esta relación  $\frac{f_f}{f_c} = 4 = 10^4 \times \frac{b}{L^2}$  debe asegurar que el ancho de la barra y

la longitud libres de vibrar cumplen la condición en todos los casos.

- Por último, debe garantizarse que el calentamiento de los elementos provocado por las I<sub>cc</sub>, en el cobre, determinan tiempos máximos admisibles, de acuerdo con la fórmula siguiente, y que estos tiempos sean menores que los tiempos de corte previstos para las protecciones de los interruptores automáticos en las cabeceras de cada cuadro:

$$t \leq \frac{S^2 \times K^2}{I_{cc}} \quad (\text{UNE 20460-5-54}) \quad (17)$$

en donde:

S = Sección real del conductor de cobre en mm<sup>2</sup>.

K = Coeficiente dependiente del conductor y de su aislamiento.

Para el caso de barras de cobre será:

$$K = 13 \times \sqrt{150} \quad (18)$$



## **2.6.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

### **2.6.1- Cálculo de electrodos de puesta a tierra**

El Reglamento de Alta Tensión en su instrucción MIE-RAT 13 establece las condiciones de seguridad para las personas frente a las instalaciones eléctricas de Alta Tensión. Se ha estimado una resistividad de  $R_0 = 150 \text{ ohmios} \times \text{metro}$  para el terreno donde se van a instalar los electrodos.

Asimismo, los tipos de electrodos utilizados en todos los casos han sido escogidos dentro de las configuraciones establecidas por UNESA, o bien lo establecido por ITC-BT-18 Punto 9, lo que permite aplicar directamente sus parámetros característicos.

Los electrodos de puesta a tierra independientes que aquí se proponen son los relativos a las siguientes redes:

- Red de puesta a tierra para Protección en Alta Tensión.
- Red de puesta a tierra para Servicios de neutro de transformador.
- Red de puesta a tierra del grupo electrógeno.
- Red de puesta a tierra de la Estructura del Edificio y Red de puesta a tierra para Protección en Baja Tensión.
- Guías del ascensor.
- Pararrayos.
- Otras redes.

### **2.6.2.- Red de puesta a tierra para Protección en Alta Tensión**

#### **TIERRA DE PROTECCIÓN**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, carcasas de los transformadores y neutros de los transformadores de medida.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:



- Identificación: código 5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.104 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$
$$K_p = 0.0184 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

Descripción:

- Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2,00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3,00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 9 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

- La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado sección de 95mm<sup>2</sup> de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

### TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.104 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$
$$K_p = 0.0184 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

Descripción:

- Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2,00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación entre cada pica y la



siguiente será de 3,00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

- La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado sección de 95mm<sup>2</sup> de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.
- Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

### CÁLCULOS

Ante la imposibilidad de instalar este electrodo, en un lugar que haga posible la total independencia eléctrica con otros electrodos de Protección de BT y Estructura del Edificio, admitimos que ambos electrodos, Masas de Protección de AT y Masas de Protección de BT, estarán unidos.

La condición, según ITC-BT-18., punto 11, es que el valor de la tensión máxima de defecto ( $V_d$ ), que se puede producir con la corriente de defecto a tierra  $I_d$ , de la red de AT, sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada, que se define en el punto 1.1 de la MIE-RAT-13, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación:

Tensión de Contacto Máxima Aplicada:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0.5^1} = 144V \quad (19)$$

Cabe destacar que el tiempo estimado de máximo de corte de la compañía es de 0,5 segundos, valor que ha de ser confirmado por la compañía y que se ha tomado por ser el más restrictivo. Así mismo, la intensidad máxima de defecto es de 500 A, valor que también ha de ser confirmado por la compañía y que ha sido tomado por ser relativamente habitual.

Sin embargo, tal y como aparece en la MIE-RAT 13, en la fórmula anterior no se tiene en cuenta la resistencia del cuerpo humano para el cierre de bucle, con lo cual la expresión a efectos de cálculo de proyecto que se puede utilizar será:



Para la tensión de contacto:

$$V_p = \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{1,5R_0}{1000}\right) = \frac{72}{0,5^1} \left(1 + \frac{1,5 \times 150}{1000}\right) = 176.4V \quad (20)$$

Valores estos que se han determinado suponiendo que la resistencia del cuerpo humano es de 1000 ohmios y asimilando cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 centímetros cuadrados de superficie ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo evaluada en función de la resistividad superficial  $R_0$  del terreno de  $3 R_0$ .

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$Up(exterior) = 10 \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000}\right) \quad (21)$$

$$Up(acceso) = 10 \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3\sigma h}{1000}\right) \quad (22)$$

Siendo:

- $Up$  = Tensiones de paso en Voltios.
- $K = 72$ .
- $n = 1$ .
- $t$  = Duración de la falta en segundos: 0,5 s
- $\sigma$  = Resistividad del terreno = 150  $\Omega.m$
- $\sigma h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega.m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$\Rightarrow Up(exterior) = 2.736 V$$

$$\Rightarrow Up(acceso) = 15.048 V$$

resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma \Rightarrow R_t = 0,104 \cdot 150 = 15,6 \Omega \quad (23)$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:



- en el exterior:

$$\Rightarrow U_p(\text{exterior}) = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0,0184 \cdot 150 \cdot 500 = 1.380 \text{ V.} \quad (24)$$

$$U_p = 1.380 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 2.736 \text{ V.}$$

- en el acceso al CT:

$$\Rightarrow U_p(\text{acceso}) = U_d = R_t \cdot I_d = 15,6 \cdot 500 = 7.800 \text{ V.} \quad (25)$$

$$U_d = 7.800 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 15.048 \text{ V.}$$

Estas instalaciones no serán consideradas exclusivamente bajo la normativa del reglamento de baja tensión y sus normas de obligado cumplimiento, sino que además deberán ser realizadas bajo la normativa del Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, RD 3275/1982, ITC-Rat-13. Consecuentemente, no deberá ser realizada por un instalador autorizado de B.T., sino por un instalador cualificado para alta tensión.

#### **2.6.3.- Red de puesta a tierra para Servicios (neutros de transformadores y de Grupo Electrógeno)**

La instalación de Baja Tensión se ha de dejar preparada para poder implantar un esquema TN-S, y la resistencia global máxima, para el TN-S (siendo este nuestro caso), de todas las tierras del neutro, tiene que ser  $R_n \leq 2$  ohmios (ITC-BT-08 apartado 2.e).

En el actual proyecto, al producirse la unificación de todas las tierras, ya que no es posible asegurar su total independencia, se realiza la red de tierras de los neutros del transformador y del grupo electrógeno, unificándolas con la red de tierras de baja y alta tensión.

Esta unión deberá hacerse entre la caja de seccionamiento de los electrodos de neutro y la caja de seccionamiento de las masas debiendo quedar claramente indicado.

Los conductores de unión entre la primera pica, el borne principal de tierra y los bornes de neutro de los transformadores serán con aislamiento de 0,6/1 kV.

#### **2.6.4.- Red de puesta a tierra de la Estructura del edificio**

Esta red se ha previsto mediante cable desnudo de cobre de  $35 \text{ mm}^2$  enterrado por debajo de la primera solera del edificio, realizándose el enlace desde él a todas las estructuras metálicas de cada pilar y cada cierta distancia en muros de hormigón armado, derivando con un latiguillo del mismo cable hasta los pilares.



Las conexiones se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, utilizando en cada caso el útil adecuado. No deberán hacerse bucles con el cable enterrado, que salgan a buscar las conexiones en los pilares.

La longitud estimada para el cable enterrado para cerrar el circuito de la conexión equipotencial de puesta a tierra de la Estructura del Edificio es del orden de los 250 m. Con este dato y conociendo la resistividad del terreno obtendremos el valor máximo de la resistencia del electrodo por la expresión:

$$R = \frac{2 \times R_0}{L_t} = \frac{2 \times 150}{248} = 1,2 \text{ Ohmios} \quad (26)$$

- R.- Resistencia del electrodo de puesta a tierra.
- $R_0$ .- Resistividad del terreno.
- $L_t$ .- Longitud de cable enterrado de puesta a tierra.

Además, la red quedará enlazada con la de Protección en Baja Tensión a través de un puente de comprobación en cumplimiento de la ITC-BT-26 apartado 3.

Para realizar correctamente este procedimiento es necesario efectuar in situ una correcta medición de la resistividad del terreno  $R_0$ , de manera que se pueda tomar el valor real del mismo.

#### **2.6.5.- Red de puesta a tierra para Protección en Baja Tensión**

Esta red ha de quedar enlazada con la puesta a tierra de la Estructura (ITC-BT-26 apartado 3).

De manera que se dispondrán en paralelo la resistencia de la puesta a tierra de las masas de baja tensión, la resistencia de puesta a tierra de las masas de alta tensión y la puesta a tierra de los neutros.

Es necesario el cálculo de la resistividad del terreno ya que el mantenimiento de los valores de resistencias de tierras calculados deben ser válidos durante toda la vida de la instalación.

Con lo anteriormente comentado garantizamos que, si el defecto se cierra exclusivamente por la puesta a tierra de protección o por la puesta a tierra de la estructura del edificio, en ambos casos las intensidades de defecto serán suficientes para accionar las aperturas de los órganos de protección.

Para otros valores de resistencias de tierra, se presentan casos similares y para valores muy bajos de resistencia a tierra, hay que tener presente que las intensidades de defecto pueden llegar a valores de cortocircuito, por lo que debe ponerse especial atención a no dejar el corte del defecto a elementos diferenciales, cuya capacidad de corte en carga puede ser insuficiente para las exigencias del cortocircuito en cada caso.

Éste electrodo quedará unido a la barra general de protección del CGBT intercalando un puente de comprobación.



### **2.6.6.- Enlace entre las Redes de Tierra establecidas**

La instalación de todos los puentes de comprobación que sirven de conexión entre los electrodos de puesta a tierra y redes, así como, de medida periódica de la resistencia de puesta a tierra de cada uno de los electrodos, irá centralizada en el local del Cuadro General de Baja Tensión, cada uno en una caja de  $360 \times 180 \times 170$  mm con una rigidez dieléctrica de 5 kV para cable hasta  $150 \text{ mm}^2$  en cobre.

Desde estas cajas se unirán los electrodos de Estructura de Edificio, de Protección de Baja Tensión y de Protección de Masas de AT. Quedando aislado el de los Neutros del Transformador y del Neutro del Grupo Electrógeno, que se unirán para formar el sistema TN.

Otras tomas de tierra que se establezcan como las de:

- Pararrayos
- Guías de Ascensores
- Tuberías metálicas de fontanería
- Cuartos de Bombas, etc.

Se conectarán a la Red general de la Estructura del Edificio, además de tener sus propios electrodos y cajas de seccionamiento y comprobación.

### **2.6.7- Protección contra contactos indirectos**

Al no poder garantizar la independencia de las tierras, se ha establecido que la instalación sea TN-S.

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección (ITC-BT-24) siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

En las líneas que alimenten tomas de corriente  $\leq 20$  A, destinadas a ser utilizadas por personal no cualificado ni experto, los diferenciales a emplear tendrán una intensidad asignada de operación que no exceda de 30 mA.

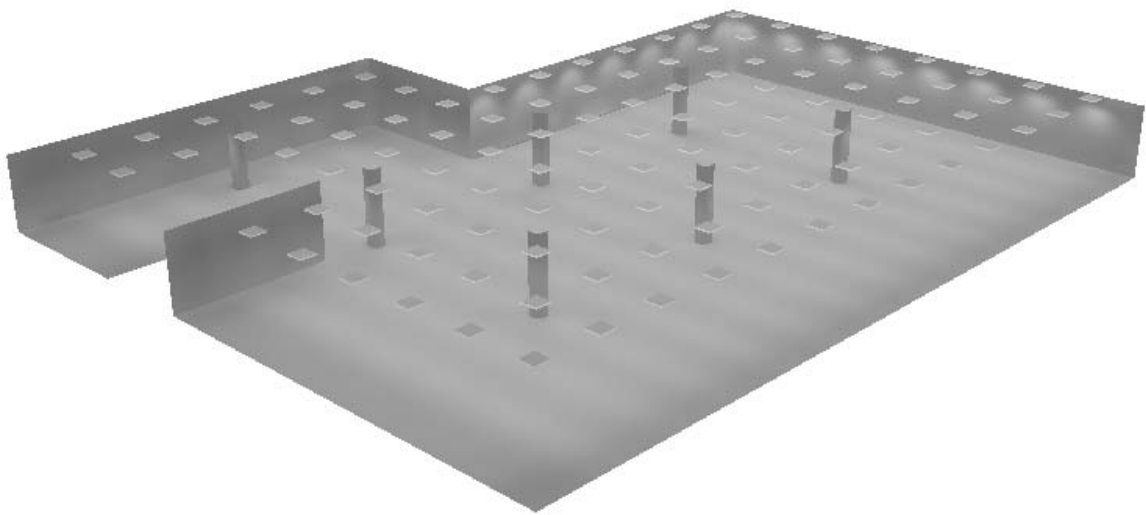
Con miras a la selectividad se utilizarán dispositivos de corriente diferencial-residual temporizado (por ejemplo del tipo “S”.- Selectividad cronométrica) en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, instalados siempre en asociación con interruptores de poder de corte asignados suficientes.



## 2.7.-CÁLCULO LUMÍNICOS

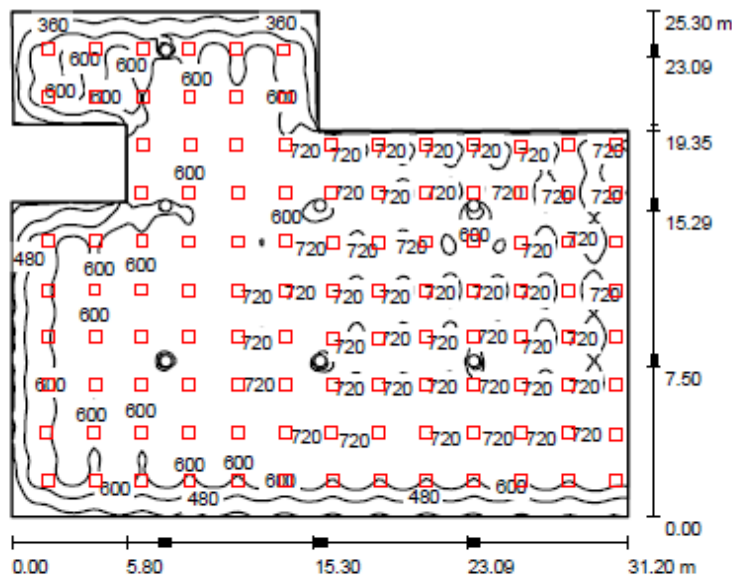
Como ejemplo del cálculo luminoso se adjuntan las tablas y representaciones siguientes de los sitios más representativos del edificio y representaciones el cual ha sido realizado con el programa DIALUX 4.7.

### PLANTA ÁTICO.



**Fig5. Disposición de luminarias 3D en la planta ático. (Fuente: Dialux)**

## Planta Atico / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.850 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:325

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	626	221	773	0.353
Suelo	50	615	296	742	0.481
Techo	80	304	181	436	0.595
Paredes (10)	80	331	179	892	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

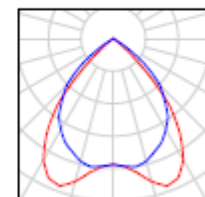
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	112	Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314 (1.000)	3690	51.0
Total:			413280	5712.0

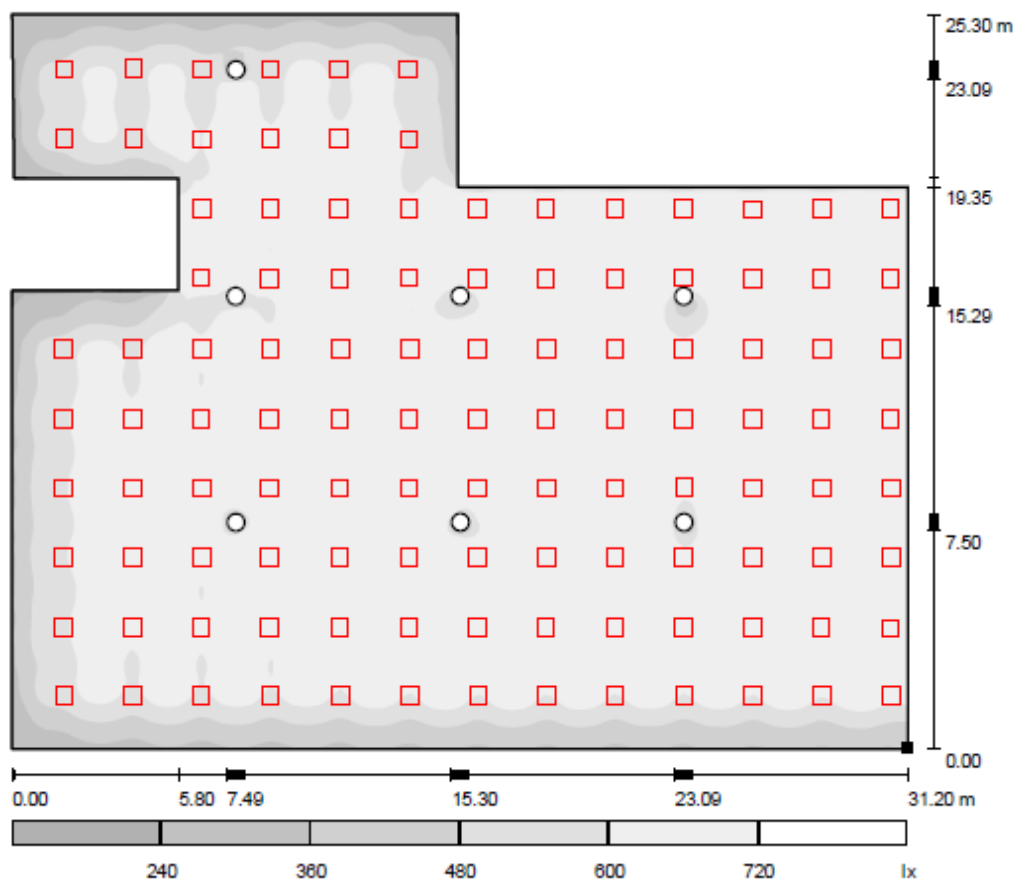
Valor de eficiencia energética:  $8.48 \text{ W/m}^2 = 1.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $673.41 \text{ m}^2$ )

## Planta Atico / Lista de luminarias

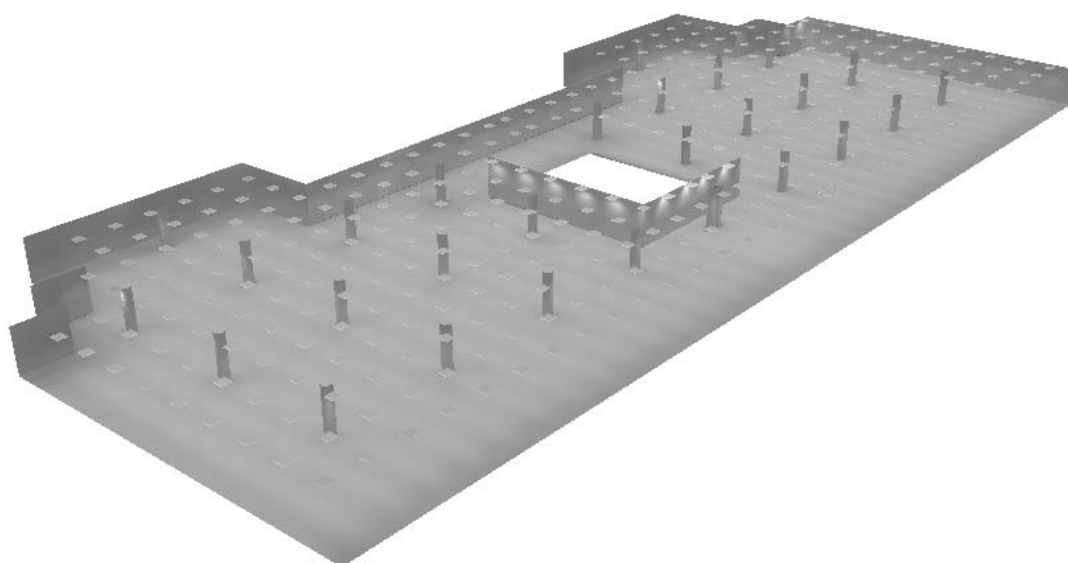
112 Pieza Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314  
Nº de artículo: 0054709  
Flujo luminoso de las luminarias: 3690 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 75 100 100 100 82  
Armamento: 3 x FHE 14W (Factor de corrección 1.000).



**Planta Atico / Plano útil / Gama de grises (E)**

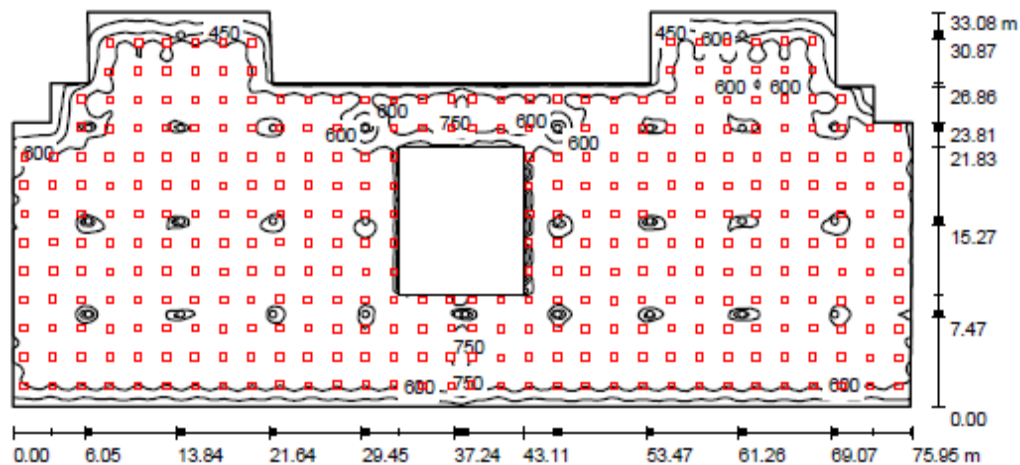


**PLANTA TIPO**



**Fig6. Disposición de luminarias 3D en planta tipo. (Fuente: Dialux)**

## Planta Tipo / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.850 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:544

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	629	179	902	0.285
Suelo	50	622	252	764	0.405
Techo	80	305	188	620	0.616
Paredes (16)	80	313	184	1571	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

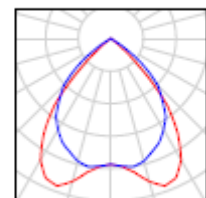
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	348	Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314 (1.000)	3690	51.0
Total:			1284120	17748.0

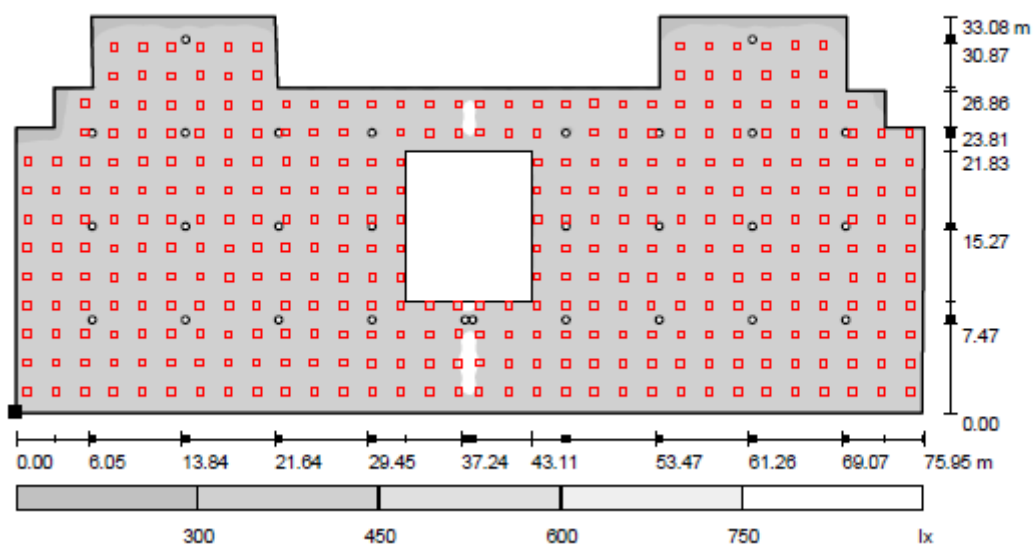
Valor de eficiencia energética:  $7.99 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2220.32 \text{ m}^2$ )

## Planta Tipo / Lista de luminarias

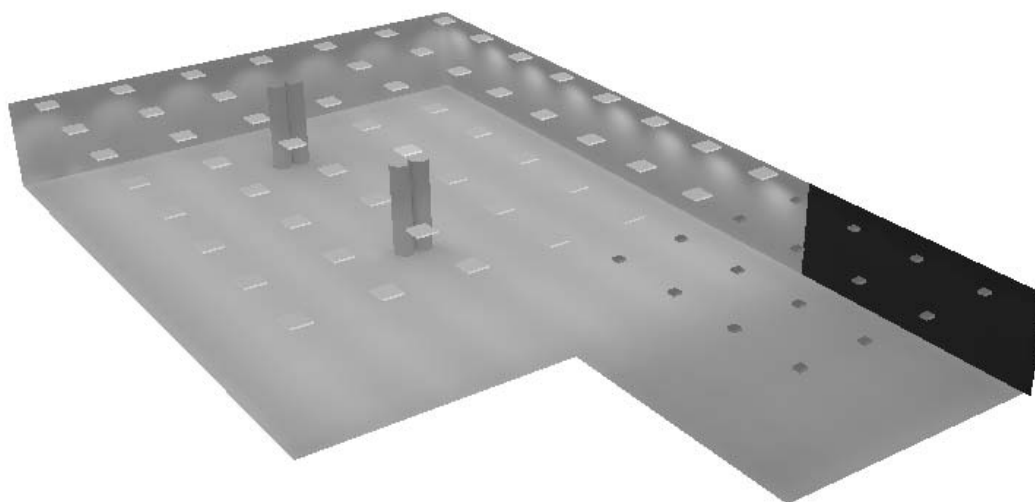
348 Pieza Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314  
Nº de artículo: 0054709  
Flujo luminoso de las luminarias: 3690 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 75 100 100 100 82  
Armamento: 3 x FHE 14W (Factor de corrección 1.000).



**Planta Tipo / Plano útil / Gama de grises (E)**

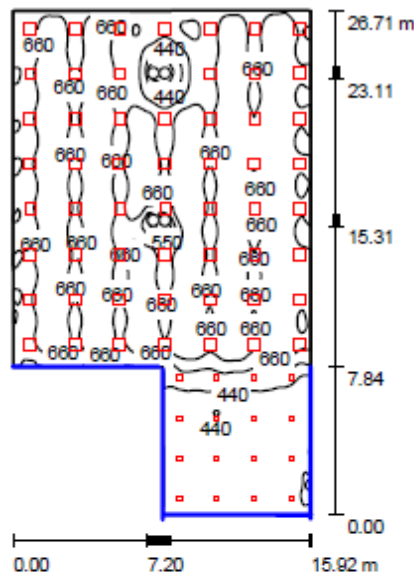


**RECEPCION**



**Fig7. Disposición de luminarias 3D en recepción. (Fuente: Dialux)**

Recepción / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:344

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	628	263	772	0.419
Suelo	50	614	305	757	0.496
Techo	80	314	209	568	0.665
Paredes (7)	80	387	210	904	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

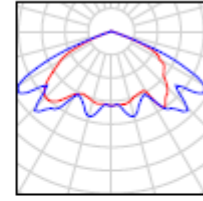
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	16	Grupolndal DUO 18126-+-V-010T - TCD-G24d3 26 W (1.000)	1800	28.1
2	55	Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314 (1.000)	3690	51.0
Total:			231750	3254.3

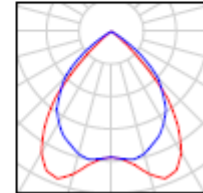
Valor de eficiencia energética:  $8.99 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $362.12 \text{ m}^2$ )

## Recepción / Lista de luminarias

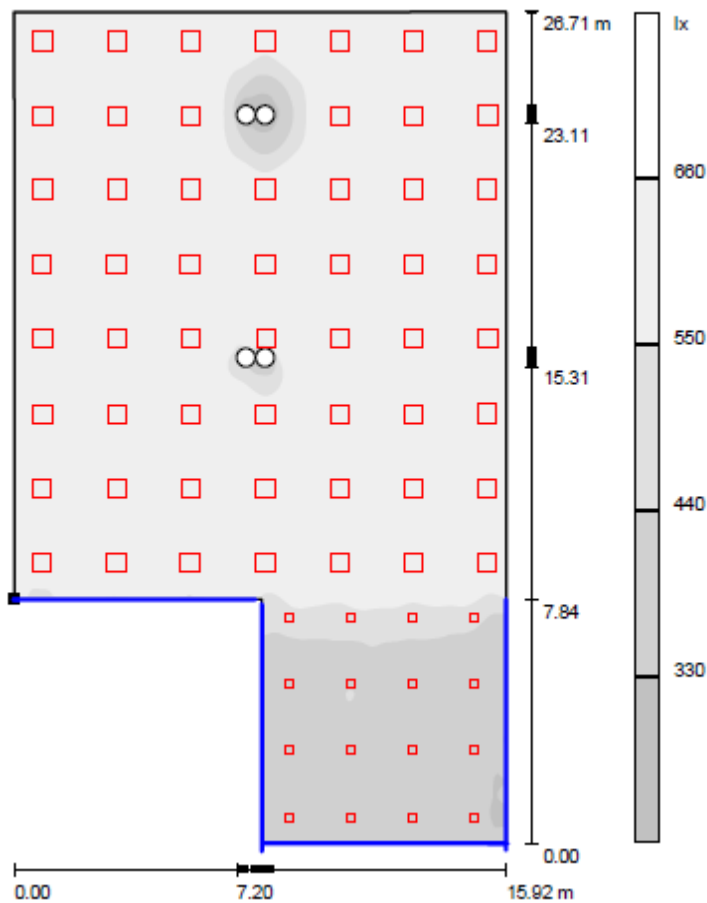
16 Pieza GruposIndal DUO 18126-+-V-010T - TCD-G24d3  
26 W  
N° de artículo: DUO  
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm  
Potencia de las luminarias: 28.1 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 38 81 100 100 72  
Armamento: 1 x TCD-G24d3 26 W (Factor de corrección 1.000).



55 Pieza Sylvania 0054709 SYLWING R BESS4 314  
N° de artículo: 0054709  
Flujo luminoso de las luminarias: 3690 lm  
Potencia de las luminarias: 51.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 75 100 100 100 82  
Armamento: 3 x FHE 14W (Factor de corrección 1.000).



## Recepción / Plano útil / Gama de grises (E)



## GARAJES

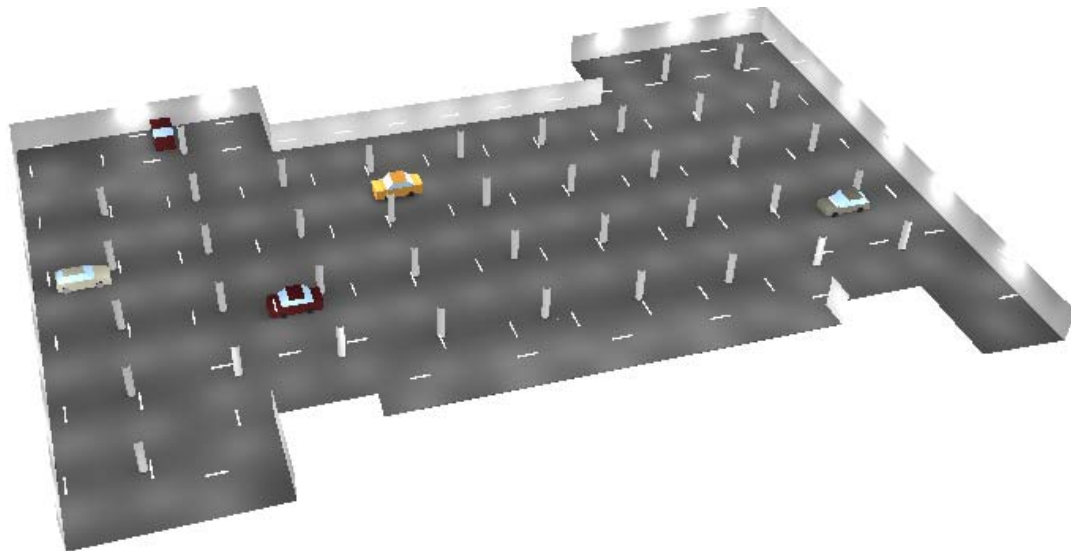
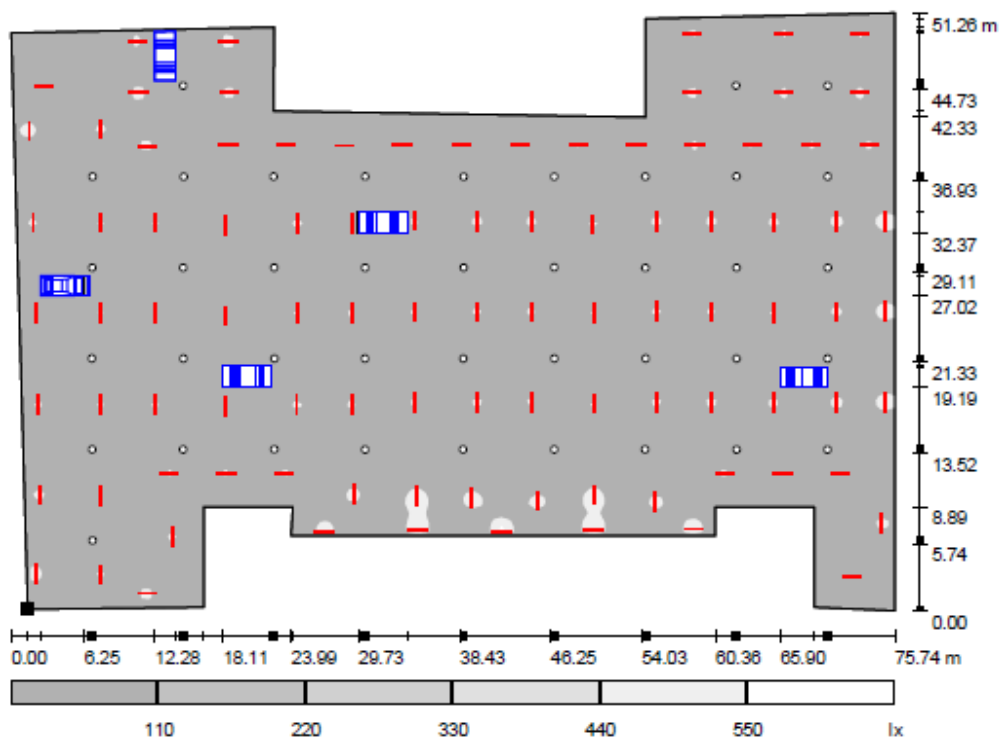


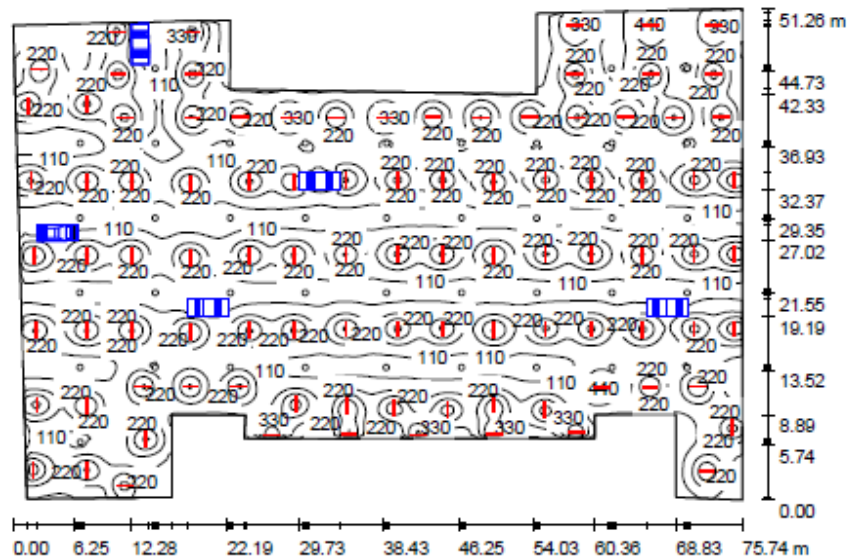
Fig8. Disposición de luminarias 3D en garajes. (Fuente: Dialux)

### Garajes / Plano útil / Gama de grises (E)





## Garajes / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:659

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	202	45	590	0.224
Suelo	20	191	20	397	0.106
Techo	70	61	25	777	0.406
Paredes (16)	50	166	39	2525	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

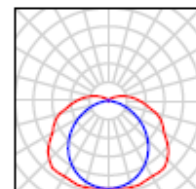
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	96	Sylvania 0046789 SYLPROOF PRO Polycarbonate 258 B2 PC+COP Starter + No accessory (1.000)	10400	134.0

Total: 998400 12864.0

Valor de eficiencia energética:  $4.08 \text{ W/m}^2 = 2.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3152.96 \text{ m}^2$ )

## Garajes / Lista de luminarias

96 Pieza Sylvania 0046789 SYLPROOF PRO Polycarbonate 258 B2 PC+COP Starter + No accessory  
Nº de artículo: 0046789  
Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm  
Potencia de las luminarias: 134.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 39 69 89 91 79  
Armamento: 2 x F 58W (Factor de corrección 1.000).





## 2.8.- EFICIENCIA LUMINOSA

Según la sección HE 3 del código técnico de la edificación, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la rehabilitación de un edificio existente con una superficie útil mayor de 1000m<sup>2</sup> en la que se rehabilite más del 25% de la superficie iluminada debe cumplir una serie de normas específicas.

Estas normas implican el cálculo del valor de la eficiencia energética VEE en cada zona necesaria, constatando que no se superen los valores máximos consignados en la tabla siguiente.

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	4,0
	habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos <sup>(5)</sup>	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(9)</sup>	8
	hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Por otro lado estas instalaciones deberán tener un sistema de control que regule y optimice el aprovechamiento de la luz natural que entre en el edificio.

También se deberá hacer un plan de mantenimiento que garantice el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEE.



RECINTO	Factor de mantenimiento	Iluminancia media Em	Valor de eficiencia energética VEE
Planta ático	0,8	626	1,36
Planta tipo	0,8	629	1,27
Recepción	0,8	628	1,43
Garajes	0,8	202	2,02

Los límites que por el código técnico de la edificación no han de sobrepasarse de VEE son de 3,5 para zonas administrativas en general. Los valores obtenidos en estas zonas están dentro del rango. Por otro lado en aparcamientos interiores el máximo valor es 5, superior al valor de eficiencia energética obtenido.

Todas las zonas del edificio deberán contar con un sistema de control y regulación que cumpla las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose en ningún caso el encendido y apagado desde el cuadro eléctrico como único sistema de control.
- Se instalarán sistema de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel deseado de iluminación en las zonas de trabajo, sensores de luminosidad incorporados en las luminarias.

Otro valor a comprobar es el obtenido es el de la iluminancia media en los puestos de trabajo definidos en la norma EN 12464-1. Las zonas del edificio llevadas a estudio serán destinadas principalmente a oficinas en las que se llevarán a cabo tareas como escritura, escritura a máquina u ordenador, lectura o tratamiento de datos. Para tales fines la norma anteriormente citada especifica como nivel mínimo de iluminancia 500 lux, valor que es superado en todas las áreas llevadas a estudio. En garajes la iluminancia mínima son 200 lux.



### **3.- CÁLCULO DEL PARARRAYOS**

El cálculo del pararrayos se ha diseñado a partir de la sección SU 8 del código técnico de la edificación.

Este código nos dicta la necesidad o no de la instalación de un pararrayos y en caso afirmativo del tipo necesitado.

#### **3.1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN**

- Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .
- Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia  $E$  superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.7.2 del SU 8.

La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad [\text{n}^\circ \text{ impactos/año}] \quad (27)$$

siendo:

- $N_g$ : densidad de impactos sobre el terreno ( $\text{n}^\circ \text{ impactos/año, km}^2$ ), obtenida según la figura 1.1;
- $A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $\text{m}^2$ , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia  $3H$  de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo  $H$  la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- $C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.



**Fig9. Mapa de densidad de impacto sobre el terreno Ng. (Fuente: Catálogo C.T.E)**

Situación del edificio	C <sub>1</sub>
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

El riesgo admisible,  $N_a$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$Na = \frac{5.5 \cdot 10^{-3}}{C} \quad (28)$$

siendo:

- $C = C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5$
- C2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;
- C3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;
- C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;
- C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.



<b>Tabla 1.2 Coeficiente C<sub>2</sub></b>			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

<b>Tabla 1.3 Coeficiente C<sub>3</sub></b>	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

<b>Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>4</sub></b>	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

<b>Tabla 1.5 Coeficiente C<sub>5</sub></b>	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

### 3.2.- TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E que determina la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne} \quad (29)$$

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B:

<b>Tabla 2.1 Componentes de la instalación</b>	
<b>Eficiencia requerida</b>	<b>Nivel de protección</b>
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

La superficie de captura equivalente (Ae) calculada para nuestro edificio será de 18970m<sup>2</sup>.

Obteniendo los siguientes resultados de Ne (Frecuencia esperada de rayos) y Na (Frecuencia aceptable de rayos):

==> Ne = 0.0355 descargas/año.

==> Na = 0.0018 descargas/año.

$$Na \square Ne$$



El valor de la frecuencia aceptable de rayos es menor que la frecuencia esperada de rayos. Comprobamos la necesidad de la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

Para decidir el nivel de protección a utilizar se utilizará la formula anteriormente dicha:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0.95$$

Comparando el valor de la eficiencia, E, con la tabla de la eficiencia nos da el tipo de pararrayos que es el necesario para proteger la estructura estudiada, en este caso será uno del tipo II.

### ANEJO B DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN SECCIÓN SU8.

Los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra de acuerdo a los apartados siguientes.

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

Los dispositivos captadores podrán ser puntas Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado, en nuestro caso se dispondrá la instalación de un pararrayos con dispositivo de cebado.





***PLIEGO DE***  
***CONDICIONES***  
***TÉCNICAS***





## **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

### **ÍNDICE:**

<b>1.- GENERALIDADES</b>	87
1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN	87
1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS	87
1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN	88
1.4.- VIBRACIONES Y RUIDOS	88
1.5.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES	88
1.6.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES	89
1.7.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	91
<b>2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN</b>	92
2.1.- GENERALIDADES	92
2.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	94
2.3.- CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 kV)	101
<b>3.- GRUPO ELECTRÓGENO</b>	103
3.1.- GENERALIDADES	103
3.2.- COMPONENTES	104
3.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	106
3.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS	107
<b>4.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN</b>	108
4.1.- GENERALIDADES	108
4.2.- COMPONENTES	109
<b>5.- CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN</b>	115
5.1.- GENERALIDADES	115
5.2.- TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN	116
<b>6.- CANALIZACIONES</b>	119
6.1.- GENERALIDADES	119
6.2.- MATERIALES	121



<b>7.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS</b>	127
7.1.- GENERALIDADES	127
7.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	128
7.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION (CGBT)	128
7.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)	128
7.5.- CUADROS SECUNDARIOS (CSs)	129
7.6.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	129
 <b>8.- REDES DE TIERRAS</b>	134
8.1.- GENERALIDADES	134
8.2.- REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES	135
 <b>9.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES</b>	140
9.1.- GENERALIDADES	140
9.2.- TIPOS DE LUMINARIAS	141
9.3.- COMPONENTES PARA LUMINARIAS	144
 <b>10.- PARARRAYOS</b>	148
10.1.- GENERALIDADES	148
10.2.- COMPONENTES	148
 <b>11.- GARAJES</b>	150
 <b>12.- BATERÍA DE CONDENSADORES</b>	153



## **1.- GENERALIDADES**

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

### **1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

### **1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionando y legalizada.



### **1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN**

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

### **1.4.- VIBRACIONES Y RUIDOS**

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

### **1.5.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES**

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al



circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

## **1.6.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES**

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.



- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su





contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

### 1.7.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- d) Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios NBE-CPI 1.996 según R.D. 1942/1993 con sus posteriores desarrollos y revisiones tales como la Orden de 16/4/1998. Además, se tendrán presentes todas las Normas, Ordenanzas y Reglamentos de obligado cumplimiento, relacionados en otros documentos de este Proyecto.
- e) Código Técnico de la edificación



Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

## **2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN**

### **2.1.- GENERALIDADES**

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpo sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.



Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de  $\varnothing$  y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.



## **2.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **2.2.1.- Envolverte metálica**

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolverte metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento de juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación.

#### **a) Compartimento de aparellaje**

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

#### **b) Compartimento del juego de barras**

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen M8 con par de apriete de 2,8 m x kg.

#### **c) Compartimento de conexión de cables**

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:



- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

#### **d) Compartimento de mando**

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

#### **e) Compartimento de control**

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.



### **2.2.2.- Aparellaje**

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

- |                       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| • Tensiones asignadas | 24 kV | 36 kV | 52 kV |
|-----------------------|-------|-------|-------|

Nivel de aislamiento asignado:

- |  |        |         |        |
|--|--------|---------|--------|
| • A frec. industrial de 50Hz, durante 1 min. | 52 kV  | 70 kV   | 95 kV  |
| • Impulso tipo rayo                          | 125 KV | 170 kV  | 250 kV |
| • Intensidad admisible de corta duración     | 16 kA  | 31,5 kA | 25 kA  |
| • Valor de cresta de la intensidad admisible | 40 kA  | 80 kA   | 63 kA  |

#### **a) Interruptores- seccionadores**

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

#### **b) Interruptor automático**

Será en SF6, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

#### **c) Cortacircuitos fusibles**

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### **d) Puesta a tierra**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

#### **e) Equipos de medida**

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y



reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

#### **f) Transformadores de Potencia**

Serán encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según UNE-20.178, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio o cobre, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de cobre.



Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán, en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de  $500+A$ , siendo  $A$  = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de  $150 \times 200$  mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en U-50 o U-80 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acuíñamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de  $100 \text{ mm} + 6 \text{ mm por kV}$  o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados a apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y la utilizada para herrajes.

### **2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones**

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.





#### **2.2.4.- Pruebas reglamentarias**

La aparataje eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Tensiones de paso y de contacto.

#### **2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

##### **a) Prevenciones Generales**

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.



### **b) Puesta en Servicio**

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

### **c) Separación de Servicio**

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

### **d) Prevenciones Especiales**

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el



- funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. En los accesos al CT se dispondrán dos extintores de incendios.

### **2.3.- CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 kV)**

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- *Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

#### **2.3.1.- Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)**

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir  $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$ , ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm<sup>2</sup> aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5



kg/mm<sup>2</sup> en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

### **2.3.2.- Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR)**

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el XLPE en el apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a  $D/2d = 2$ ;  $D/d = 4$ .

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.



### **3.- GRUPO ELECTRÓGENO**

#### **3.1.- GENERALIDADES**

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrógenos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo eléctrico.

Antes del suministro del grupo eléctrico, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Eléctrico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable y prevista en este Proyecto con insonorización a 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:



- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.
- Disminución de ruidos en la insonorización.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

### **3.2.- COMPONENTES**

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

#### **3.2.1.- Motor Diesel**

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.



- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

### **3.2.2.- Alternador**

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

### **3.2.3.- Acoplamiento y Bancada**

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

### **3.2.4.- Cuadro de Protección, Arranque y Control**

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento,



sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

### **3.2.5.- Depósito de combustible**

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

### **3.2.6.- Juego de herramientas**

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

### **3.2.7.- Documentación y apoyo técnico**

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

## **3.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término y la normativa correspondiente de protección contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.





### **3.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

#### **3.4.1.- Funcionamiento Manual**

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

#### **3.4.2.- Funcionamiento Automático**

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

#### **3.4.3.- Funcionamiento Pruebas**

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.



Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.

Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador de funciones:  
AUTOMÁTICO, MANUAL, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
- Pulsadores de:  
ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.
- Lámparas de señalización:  
EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación:  
FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

#### **4.- CUADROS DE BAJA TENSION**

##### **4.1.- GENERALIDADES**

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones de paneles mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1000×1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera. Su altura de montaje permitirá la continuidad del rodapié existente de 400 mm.



Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

## **4.2.- COMPONENTES**

### **4.2.1.- Envolventes**

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de Máquinas o al exterior. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la  $I_{cc}$  previsible en ellos.



Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA o superior, para aquellos cuadros cuya intensidad de cortocircuito sea mayor.

#### **4.2.2.- Aparamenta**

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.



- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.

El tarado de protecciones de corto retardo ( $I_m$ ), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto ( $I_d$ ) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la  $I_d$  por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR's).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo ( $I_r$ ) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitudes térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitudes térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones. (Protección total a los cortocircuitos)

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo que las protegen.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.



De acuerdo con la ITC-BT-28 punto 2.1 se dispondrá, para los Servicios de Seguridad de Ascensores, Bomba de Incendio y Extractores de humos, un sistema de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, compuesto por transformadores de aislamiento desde los que alimentarán los receptores. Se dispondrán controladores permanentes de aislamientos que al primer defecto emitan señales de aviso en las Salas de los Cuadros correspondientes y en el puesto de Control General. Para un posible segundo defecto se dotarán las salidas con protecciones contra sobreintensidades, cortocircuitos y corrientes de fugas, cubriendo las posibilidades de TN o TT. Para evitar las capacidades de los conductores se deberán independizar los de protección en canalizaciones separada de los activos.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del C.G.B.T.

Todos los interruptores del C.G.B.T. y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

#### **4.2.3.- Embarrados y Cableados**

En los cuadros CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparatamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a  $3500 \text{ kg/cm}^2$  para el cobre de dureza 110 Vickers y  $3000 \text{ kg/cm}^2$  para el de dureza 100 Vickers. Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse la siguientes expresiones:



- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga apoyada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3000$$

w	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga empotrada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3000$$

w	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

- b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.
- L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.



Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ( $50 \times 2 = 100$  Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias ( $f/50$ ) sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo RZ1-K-0,6/1 kV (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

#### **4.2.4.- Elementos accesorios**

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas, no propagadoras de la llama.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.





En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

## **5.- CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN**

### **5.1 GENERALIDADES**

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS+) para Servicios de Seguridad.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrónicos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas



hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm<sup>2</sup>.

## **5.2.- TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN**

### **5.2.1.- Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales**

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “*Generalidades*” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS)) o flexibles (H07Z1-K (AS)). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será:  $I_{cc2} \times t = 13225 \times S^2$ .

### **5.2.2.- Cables RZ1-0,6/1 kV (AS) para instalación al aire**

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T.



Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “*Bandejas*” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será  $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$  para conductor de cobre, e  $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$  para el aluminio.

### **5.2.3.- Cables RV 0,6 / 1 kV (XLPE) para instalación enterrada**

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación enterrada según ITC-BT-07 apartado 3.1.2 del R.E.B.T.



Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123 y 20.432-1 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuito de corta duración 250° C.

Los cables se enterrarán a una profundidad de mínima de 60 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total  $0,7 \times 0,9 = 0,63$ ) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que



interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de  $5 \text{ kg/mm}^2$  de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado de *Cables RZ1-0,6/1 kV*. de este capítulo.

#### **5.2.4.- Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.**

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de Cables RZ1-0,6/1kV de este capítulo.

Se utilizarán para los Servicios de Seguridad desde el Grupo Electrógeno hasta cada uno de los receptores utilizados.

### **6.- CANALIZACIONES**

#### **6.1 GENERALIDADES**

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente, no propagadores de llama.
- Tubos en material PVC flexible no propagadores de la llama.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.



Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla.

	Conductor mm <sup>2</sup>																
	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
Tubo Mm	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	7	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión  $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$ , siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm<sup>2</sup> como máximo.



## 6.2 MATERIALES

### **6.2.1.- Bandejas**

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm<sup>2</sup> para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no



afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ , clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a  $40^{\circ}\text{C}$ .

Alto $\times$ ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60 $\times$ 200	2,7	1,810	22,5
60 $\times$ 300	3,2	2,770	33,7
60 $\times$ 400	3,7	3,700	45,6
100 $\times$ 300	3,7	3,690	57,3
100 $\times$ 400	4,2	4,880	77,2
100 $\times$ 500	4,7	6,350	96,6
100 $\times$ 600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

### **6.2.2.- Canales protectores**

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las





segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7
60×400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.



### **6.2.3.- Tubos para instalaciones eléctricas**

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS								
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES								
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama). Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:



TUBOS DE PVC RÍGIDO								
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los **tubos corrugados en PVC**, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los **tubos corrugados reforzados en PVC**, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los **tubos para canalizaciones eléctricas enterradas**, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en PVC del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Ø interior/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182



Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.
- Los tubos serán en todo caso libres de halógenos.



#### **6.2.4.- Cajas de registro, empalme y mecanismos**

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

### **7.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS**

#### **7.1.- GENERALIDADES**

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.



Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

### **7.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)**

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

### **7.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)**

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto, que contienen además protecciones contra contactos indirectos, selectivos con los dispuestos en las propias salidas a receptores de los citados CSs.

### **7.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI)**

Las LGD y LDI enlazarán el cuadro CGBT con los CSs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60.



## **7.5.- CUADROS SECUNDARIOS (CSs)**

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

## **7.6.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta. Así como los receptores de otros Servicios (A.A. Cocina, etc.).

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser  $2,5 \text{ mm}^2$ . Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.



El paso de conductores a las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

#### **7.6.1.- Distribución para alumbrado normal**

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.





En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm<sup>2</sup> para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección.

#### **7.6.2.- Distribución para Alumbrado de Emergencia**

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo).

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo a ejes de pasillos siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 1 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros



eléctricos y puestos de incendios. Su alimentación será desde los cuadros de protección del alumbrado normal, utilizando circuitos de uso exclusivo.

En las vías de evacuación se utilizarán luminarias de acción permanente y todos dispondrán de telemandos para su puesta en reposo y comprobación.

- Los aparatos autónomos y los de alumbrado normal de un mismo local, estarán alimentados, al menos, por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR).
- Cuando en un mismo local haya dos o más aparatos autónomos, estos deberán ser alimentados, al menos, con dos circuitos distintos.

### **7.6.3.- Distribución para tomas de corriente**

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en PVC, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm<sup>2</sup>, no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.



#### **7.6.4.- Distribución para Alumbrado Público**

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo PVC corrugado reforzado de Ø 100 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de 3×2,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm<sup>2</sup> en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite UL sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de 2×25 A para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.



## **8.- REDES DE TIERRAS**

### **8.1.- GENERALIDADES**

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto  $V_d$  generará una corriente  $I_d$  de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la  $V_d$  pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto  $U_L$  a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto  $I_{mc}$ . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE:  $U_L < 65V$  e  $I_{mc} < 50 \text{ mA}$ , lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo)  $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$ .

El R.E.B.T. toma como límite  $U_L < 50V$  (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a  $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$ ; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto  $V_d$ , de lugar a una corriente  $I_d$  suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,05 segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto  $U_L$  superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto  $I_d$  sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.



Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

## **8.2.- REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES**

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

### **8.2.1.- Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión**

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10  $\Omega$ , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros.

### **8.2.2.- Red de Puesta a Tierra de Servicio**

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de



ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
2. Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a  $8\Omega$ , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de  $2\Omega$ .

### **8.2.3.- Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio**

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de  $35\text{ mm}^2$  de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con  $\varnothing 1,4\text{ cm}$  y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre



400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

#### **8.2.4.- Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión**

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.



- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los  $2\Omega$ .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles.

#### **8.2.5.- Enlace entre las Redes establecidas**

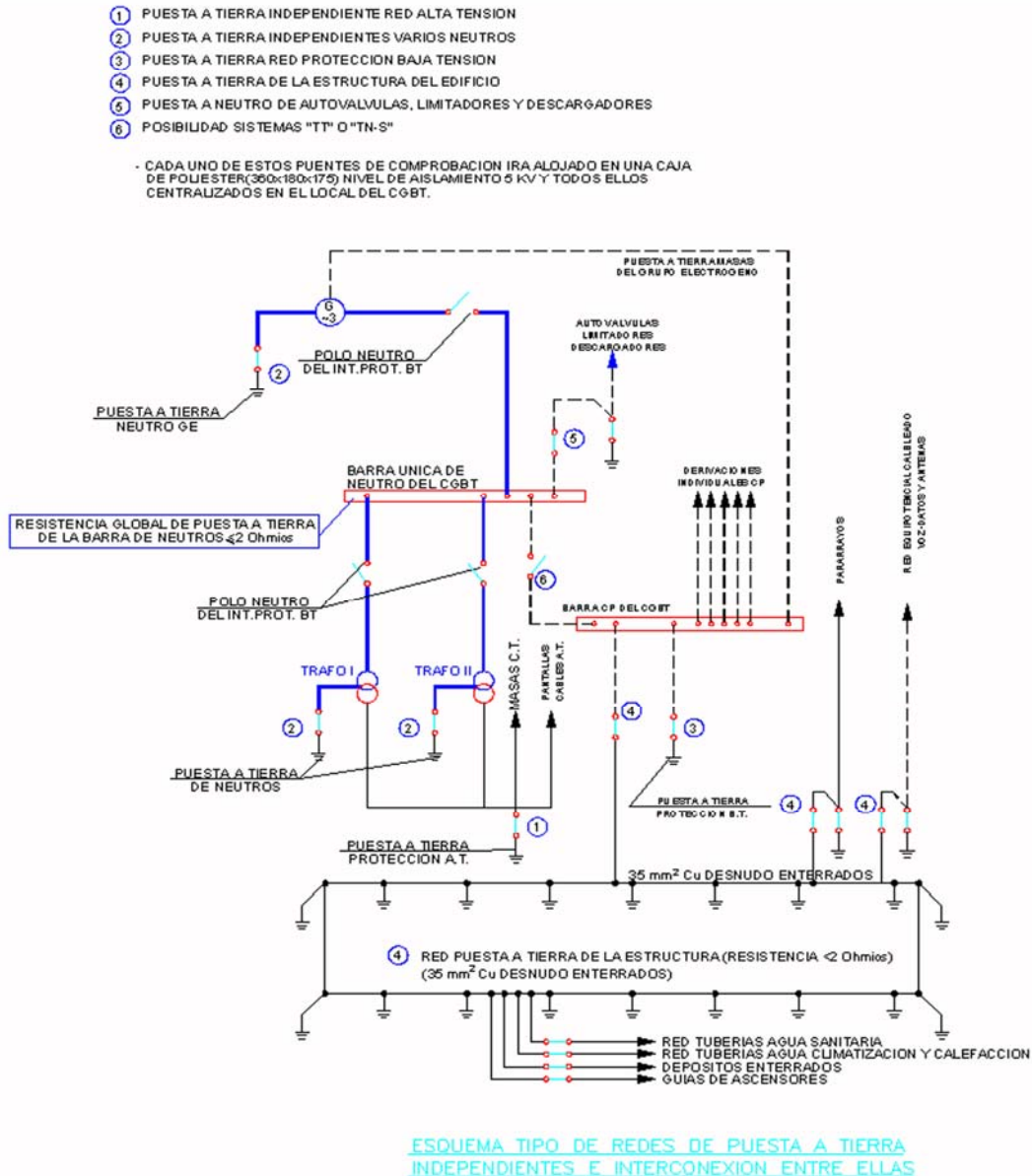
Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un regimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la  $R_t$  del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto ( $I_d$ ) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a  $V_d = 1000 \text{ V}$ , que es la condición a cumplir



imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ( $I_{cc} \leq 16 \text{ kA}$ ) con acometida subterránea.

En el caso que nos ocupa de red de neutro aislado, la  $I_d$  al primer defecto es despreciable y el segundo defecto no se produce porque el relé de protección 67N se encargará de la desconexión.

Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema:



**Fig6. Esquema tipo de redes de puesta a tierra independientes e interconexión entre ellas**



## **9.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES**

### **9.1.- GENERALIDADES**

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750 V salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.



10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

## **9.2.- TIPOS DE LUMINARIAS**

### **9.2.1.- Luminarias fluorescentes de interior**

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.



Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

### **9.2.2.- Regletas industriales y luminarias herméticas para interior**

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada, estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

### **9.2.3.- Aparatos especiales y decorativos para interior**

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.



#### **9.2.4.- Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización**

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

#### **9.2.5.- Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes**

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.



En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana. Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas.

La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3° a 15° con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

### **9.3.- COMPONENTES PARA LUMINARIAS**

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretodo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

#### **9.3.1.- Reactancias o balastos**

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total



absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas



VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Los instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los conductores entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
	55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W					
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-L-GX24d=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-L-GX24d=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42-L/P-GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	16 W	14 W	FSS-16-L-GR8	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-L-GR8	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

### 9.3.2.- Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.





Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al  $R_a=84$ .

### **9.3.3.- Lámparas fluorescentes compactas**

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con reproducción cromática 1B y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con reproducción cromática 1B y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con reproducción cromática 1B y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

### **9.3.4.- Lámparas de descarga de forma elipsoidal**

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (  $R_a>60$  ) con reproducción cromática 1A, 1B, 2A o 2B.

### **9.3.5.- Lámparas varias**

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.



## **10.- PARARRAYOS**

### **10.1.- GENERALIDADES**

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.
- CTE.

### **10.2.- COMPONENTES**

#### **10.2.1.- Cabeza captadora**

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

#### **10.2.2.- Mástil**

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en



caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

### **10.2.3.- Elementos de puesta a tierra**

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de Ø, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. **Derivador:** es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano,



dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.

3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

## **11.-GARAJES**

En el edificio en el que está ubicado el garaje, objeto de este Proyecto, se dedican tres plantas Sótano primero, Sótano segundo y Sotano tercero, al aparcamiento de vehículos para uso de trabajadores y para el público en general.

En este garaje pueden aparcarse más de 100 coches. Dispone de dos ascensores, uno de los cuales dispone de alimentación desde el Grupo Electrónico.

La entrada de vehículos es única desde la calle con doble sentido.

La Clasificación como local se corresponde con un “Local con riesgo de Incendio o Explosión” y como “Emplazamiento Peligroso Clase I”, de acuerdo con la ITC-BT-29.

Teniendo en cuenta lo establecido en la Norma UNE-100-166-92 “Climatización y Ventilación de Equipamiento de Aparcamientos” y la UNE-EN-60079-10 “Clasificación de Emplazamientos Peligrosos” establecida en el REBT referente a:

- Fuente de escape: Serán las que puedan tener los depósitos de gasolina de los vehículos o manipulaciones de los usuarios, que se consideran poco probables o no usuales.
- Grado de Escape: Se entiende que es secundario al no esperarse que ocurra en funcionamiento normal y si se produce será infrecuente y de corta duración
- Tipo de Zona: Se entiende que sean Zona 2 como consecuencia del Grado de Escape.
- Características de la sustancia: Vapores de hidrocarburos más pesados que el aire.



Se considera que, los Volúmenes Peligrosos comprendidos entre el suelo y un plano horizontal situado a 0,60 m sobre el mismo, se podrán tener en cuenta siempre y cuando la ventilación del local está “suficientemente asegurada”. En este caso por intermedio de renovaciones de aire realizada por los extractores correspondientes, que garanticen una renovación mínima de  $15 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  de superficie de Garaje. El caudal de ventilación por planta se repartirá, como mínimo, entre dos dispositivos o tomas de ventilación independientes que actuarán sobre los mismos conductos para que, en caso de avería de uno de ellos, se mantenga la ventilación.

Todo foso o depresión bajo el nivel del suelo se considera como Volumen Peligroso. No se considerarán así los adyacentes a los anteriores, si están separados de los mismos por tabiques estancos de altura mayor o igual a 0,60 m.

Los equipos e instalaciones destinados a estos locales cumplirán:

- Para el caso de instalaciones en los volúmenes peligrosos hasta 0,60 m por encima del suelo, serán consideradas de Clase I, Zona 2 y por lo tanto cumplirán las prescripciones señaladas en la ITC-BT-29, para estos locales.
- Para el caso de instalaciones situadas por encima de los volúmenes peligrosos, 0,60 m, deberán realizarse según la ITC correspondiente, que este caso será la correspondiente a Locales de Pública Concurrencia BT-28.
- Se colocarán cierres, de acuerdo con la ITC-BT-29, en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos.
- Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el volumen peligroso, cuando alguna parte de la misma penetre o atraviese dicho volumen.
- Las tomas de corriente, interruptores, pulsadores luminarias o cualquier otro elemento eléctrico, se colocarán a una altura mínima de 1,50 m sobre el suelo.
- Si algún motor quedara bajo la cota de referencia de 0,60 m, será necesario recrecer el acceso a las bocas de accesos con tabiques de estas alturas.

A efecto de acometidas consideramos necesario el doble suministro, para garantizar los mantenimientos de los servicios de Contraincendios y evacuación de personas. Por lo cual se realizará como de Pública Concurrencia.

Por lo tanto la instalación eléctrica del Garaje dispondrá de dos Acometidas independientes en Baja Tensión, compuestas por líneas diferentes desde el mismo Centro de Transformación o de dos CT distintos. Ambas acometidas se conectarán al sistema de conmutación automático, homologado y precintado por la Cia. y desde la salida de esta conmutación se alimentará la Centralización de contadores

La centralización será homologada por la Cia. disponiendo como mínimo de: Interruptor de corte general de 4x100 A; Fusibles de 100 A de ACR (Alta Capacidad de Ruptura); Contadores de energía activa triple tarifa con maxímetro, de lectura indirecta y de energía reactiva; Bornas de comprobación. Todo ello en cuadro precintable de tipo exterior para empotrar en fachada.



Desde la Centralización partirá la Derivación Individual hasta el Cuadro General de mando y protección ubicado en el recinto de Control del Sótano 1, formada por un conductor de 0,6/1 KV tipo RZ1-K (AS +) de  $4 \times 25 \text{ mm}^2$ , canalizado en tubo de PVC, no propagador de la llama, en montaje visto o empotrado de 70 mm de diámetro.

En el Cuadro General se alojarán los dispositivos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierras, para todos los circuitos de utilización del Garaje, según los esquemas unifilares. También dispondrá de una protección contra sobretensiones de tipo transitorias.

Para la puesta a tierra de la barra general de tierra del Cuadro General, se acompañará un conductor de tierra de  $16 \text{ mm}^2$ , a la derivación individual hasta una Caja de Seccionamiento y Comprobación situada en la cercanía de la centralización de contadores. Y desde esta caja se enlazará con el electrodo de tierra Código 40-30/5/42 y se unificará con el electrodo de la tierra de Estructura del Edificio.

La iluminación se compondrá de:

- Iluminación de las Vías de Circulación. Formada por: Un circuito de Vigilancia con encendido permanente, que asegura una iluminación media permanente, en el eje de la vía, de 50 lux; Dos circuitos de refuerzo de la iluminación con encendidos normales desde el cuadro de Control; Todos los circuitos son comunes para los dos sótanos. Las luminarias a instalar serán fluorescentes de arranque rápido con estructura estanca IP 65.
- Iluminación de las plazas de aparcamientos. Formada por: Un circuito de luces de plazas de planta Sótano 1 y otro circuito para luces de plazas de planta Sótano 2. Ambos mandados por pulsadores en plantas, con accionamiento de relés temporizados. Con el mismo tipo de luminarias.
- Iluminación de emergencia. Realizado con luminarias autónomas estancas, de una hora de duración del encendido, proporcionando niveles de iluminación medio de 1 lux en Vías de Evacuación; 5 lux para los Equipos de Socorro y 0,5 lux para las Antipánico. Todo ello de acuerdo con la ITC-BT-28 punto 3.1
- Iluminación de escaleras. Formada por tres circuitos independientes para iluminación normal, complementada con la de emergencia correspondiente.
- El resto de dependencias se alimenta de un circuito desde el Cuadro General, con mandos localizados.

Las restantes instalaciones del Garaje se realizarán, igualmente bajo lo indicado en la ITC-BT-28, para Locales de Pública Concurrencia. Son las siguientes: Acometidas para los servicios de Socorro del Ascensor, con posibilidad de utilizar la alimentación a través de un transformador de aislamiento, de acuerdo con la recomendación de la norma; Acometida hasta el Cuadro de Bomba de Incendio; Acometida hasta el Cuadro de Extracción; Instalación de circuitos para enchufes de usos varios y pulsadores.



## **12.- BATERIA DE CONDENSADORES**

Para compensación del factor de potencia de la instalación de BT se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 600 KVAR conectada al CGBT a través de transformadores de intensidad y protegida con interruptor magnético, con acometida trifásica y conductor de toma de tierra, según la tabla de cálculo.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso.

Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armónicos.

Se ha presupuestado una Batería de 600 KVAR por estimación directa, porque la potencia definitiva deberá definirse cuando la instalación esté en marcha y se puedan medir los parámetros reales a compensar.





***PRESUPUESTO***





## PRESUPUESTO

	Cant.	Precio unitario	Precio total
<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>1,00</b>	<b>150.593,0</b>	<b>150.593,0</b>
<b>Obra civil CT</b>	1,00	11.716,29	11.716,29
<p>Unidad de obra civil para el acondicionamiento del local destinado a albergar el Centro de Transformación, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de dos carriles para soporte de transformador, instalados.</li> <li>- Tabicado de fabrica de ladrillo para las celdas de los transformadores de dimensiones descritas en planos.</li> <li>- Dos cierres metálicos en malla de acero para la protección contra contactos en el transformador, instalado.</li> <li>- Puerta de acceso tanto de personal como de equipos y transformador al centro de transformación de tipo normalizado, instalada.</li> <li>- Extractor para ventilación forzada del transformador capaz de extraer el caudal de aire indicado en proyecto.</li> <li>- Conducto de chapa para la ventilación del CT.</li> <li>- Canalización mediante bancada de obra civil de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y transformador, materiales y mano de obra incluidos.</li> <li>- Red equipotencial en suelo de la sala para CT constituido en mallazo de 30x30 y conexionado con la red de puesta a tierra de protección del CT,</li> </ul>			
<b>Aparamenta de MT en el CT</b>	1,00	40.527,95	40.527,95
<p>Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabina de remonte de cables Schneider gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.</li> <li>- Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.</li> <li>- Cabina disyuntor Schneider gama SM6, modelo DM1D, referencia SDM1DX16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitop, captadores de intensidad, relé VIP 300P para protección indirecta y enclavamientos instalados.</li> <li>- Cabina de medida Schneider gama SM6, modelo GBCA, referencia SGBCA3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalados.</li> <li>- Dos cabinas ruptofusible Schneider gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando CII manual, bobina de apertura, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.</li> </ul>			
<b>Transformadores de potencia</b>	1,00	61.619,79	61.619,79



<p>Instalación de transformador de potencia, alimentación en MT, salida en BT y sondas de temperatura para su protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos Transformadores trifásicos reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 1000 kVA. Relación: 15/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ3SE1000FZ</li> <li>- Dos juegos de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.</li> <li>- Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 4x240mm<sup>2</sup> para las fases y de 3x240mm<sup>2</sup> para el neutro y demás características según memoria.</li> <li>- Dos equipos de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.</li> </ul>	
<b>Equipos de BT en el CT</b>	1 31.597,85 31.597,85
<p>Equipos de Baja Tensión en el Centro de Transformación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos Cuadro de Baja Tensión modelo Prisma Plus para protección de salida de transformador conteniendo un interruptor automático Masterpact NW16N1 Micrologic 5.0A, tetrapolar, de calibre 1600 A regulables, instalado.</li> <li>- Conjunto RECTIBLOC Schneider formado por una batería BT de condensadores tipo Varplus de 80 kVAr, protegida contra sobreintensidades mediante interruptor automático, con cubrebornas, con las conexiones al secundario del transformador, instalado.</li> </ul>	
<b>Sistema de puesta a tierra en CT.</b>	1 3.878,81 3.878,81
<p>Sistema de puestas a tierra para servicio y protección en el CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 puestas a tierras exteriores código 5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.</li> <li>- 1 puesta a tierra interior para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm<sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.</li> </ul>	
<b>Varios en CT</b>	1 1.252,31 1.252,31
<p>Elementos varios en el Centro de Transformación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.</li> <li>- 1 Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.</li> <li>- 1 Par de guantes de maniobra</li> <li>- 5 Placas reglamentarias PELIGRO DE MUERTE, instaladas</li> <li>- Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.</li> </ul>	



<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>	<b>1</b>	<b>13.191,34</b>	<b>13.191,34</b>
<b>Obra civil CS</b>	1,00	3.656,09	3.656,09
Unidad de obra civil para el acondicionamiento del local destinado a albergar el Centro de Seccionamiento acorde a las condiciones dictadas por la Compañía Suministradora, tales como: - Puerta de acceso al centro de seccionamiento de tipo normalizado, instalada. - Canalización mediante bancada de obra civil de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y salida al centro de transformación, materiales y mano de obra incluidos. - Red equipotencial en suelo de la sala para CS constituido en mallazo de 30x30 y conexionado con la red de puesta a tierra de protección del CS.			
<b>Aparamenta de MT en el CS</b>	1	9.535,25	9.535,25
Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CS: - Compacto Schneider gama RM6, modelo RM6 3I (3L), referencia RM63I, para tres funciones de línea de 400 A, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebombas y lámparas de presencia de tensión, instalado.			

<b>GRUPO ELECTRÓGENO</b>	<b>1</b>	<b>97.369,47</b>	<b>97.369,47</b>
<b>Grupo electrógeno 600 kVA</b>	1	96.192,94	96.192,94
Grupo electrógeno versión encapsulada/insonorizada en ejecución monobloque compacto de 600 KVA en emergencia y 400 kVA en servicio continuo; tensión 3x400/231 V; frecuencia 50 Hz a 1.500 r.p.m., cos $\phi$ = 0,8; movido por motor Diesel Caterpillar modelo LC6124D, sistema de arranque por baterías y arranque automático por fallo en el suministro normal, autoregulado, con resistencia de calentamiento para el agua y circuito de refrigeración, baterías, depósito de combustible nodriza, tuberías de alimentación y retorno combustible, silenciador flexible de escape de gases, tubería de salida de gases 300mm de diámetro interior, grupo motobomba, antivibradores, cuadro de control, medida y alarmas, con conmutación, grua para situar el equipo y sus accesorios en sus emplazamientos, puesta en marcha y pruebas, documentación de manuales de mantenimiento, repuestos, etc, completamente instalado y legalizado.			
<b>Circuito mando y alimentación GE</b>	1	370,37	370,37
Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares para arranque, parada, conmutación y maniobra del Grupo Electrónico, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			



<b>Puesta a tierra neutro G.E.</b>	<b>1</b>	<b>806,16</b>	<b>806,16</b>
Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.			

<b>CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>120.000,0</b>	<b>120.000,0</b>
Cuadro eléctrico tipo armario para montaje superficie, de Schneider o equivalente aprobado, en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con llave. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Sus dimensiones mínimas serán de 4 paneles de 2100x1000x900 mm. Cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto			

<b>CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN GRUPO</b>	<b>1</b>	<b>45.000,00</b>	<b>45.000,00</b>
Cuadro eléctrico tipo armario para montaje superficie, de Schneider o equivalente aprobado, en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP 305.415, con dos puertas delanteras, la primera de ellas transparente y abisagrada, la segunda ciega y desmontable, conteniendo cerradura con llave. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Sus dimensiones mínimas serán de 3 paneles de 2100x1000x900 mm. Cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto			



<b>CUADROS SECUNDARIOS</b>	<b>1</b>	<b>356.500,0</b>	<b>356.500,0</b>
<b>Cuadro secundario Sala de Máquinas</b>	1	80.000,00	80.000,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de dos paneles de 2100x1000x900 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
<b>Cuadro secundario Zona Comunes</b>	1	5.000,00	5.000,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
<b>Cuadro secundario Escaleras</b>	2	2.000,00	4.000,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			



<b>Cuadro secundario Alumbrado Exterior</b>	1	3.000,00	3.000,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
<b>Cuadro secundario semiplanta</b>	10	20.000,00	200.000,0
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 2200x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
<b>Cuadro secundario semisótano</b>	6	2.000,00	12.000,00
Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.			
<b>Cuadro secundario Extractores</b>	3	15.000,00	45.000,00





<p>Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.</p>	
<p><b>Cuadro secundario Calor</b></p>	<p>1    5.000,00    5.000,00</p>
<p>Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.</p>	
<p><b>Cuadro secundario Portería</b></p>	<p>1    2.500,00    2.500,00</p>
<p>Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener. Estarán pintados al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 1800x800x400 mm., grado de protección acorde al recinto en el que se ubique definitivamente, totalmente instalado. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20%.</p>	



<b>APARATOS DE ALUMBRADO</b>	<b>1</b>	<b>739.038,1</b>	<b>739.038,1</b>
Planta 1	1	135510,4	135510,48
Planta 2	1	153663,2	153663,28
Planta 3	1	148642,0	148642,08
Planta 4	1	153663,2	153663,28
Planta 5	1	58115,1	58115,1
Sótano 1	1	15935,06	15935,06
Sótano 2	1	15366,84	15366,84
Sótano 3	1	13793,2	13793,2
Planta Baja	1	44348,78	44348,78

<b>DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>1</b>	<b>273.764,0</b>	<b>273.764,0</b>
Sótano 3	1	14503,99	14503,99
Sótano 2	1	18124,24	18124,24
Sótano 1	1	13830,46	13830,46
Planta baja	1	26625,93	26625,93
Planta 1	1	41922,76	41922,76
Planta 2	1	45755,74	45755,74
Planta 4	1	45755,74	45755,74
Planta 3	1	44900,14	44900,14
Planta 5	1	22345,04	22345,04

<b>RED DE TIERRAS</b>	<b>1</b>	<b>5.737,38</b>	<b>5.737,38</b>
<b>Red de Tierra Estructura.</b>	1	4.807,78	4.807,78
Red de tierras para estructura realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , soldaduras aluminotérmicas, cajas de seccionamiento, tapas de polyester con indicación tierra, picas de 2 metros de longitud y 14,2 mm de diámetro, incluso tierras para vías de ascensores, CP (conductor de protección) de CGBT, mástil de antena de TV y FM y entradas de gas y agua de red, completas de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			
<b>Electrodos toma acero cobreado</b>	40	23,24	929,60
Electrodos de toma de tierra según normas UNESA, en acero cobreado de 2 metros de longitud y 14,6 mm de diámetro, 30 NU 146, con abrazadera galvanizada KR-2, KLK o equivalente, completos de accesorios de unión, fijación y montaje, instalados.			



<b>PARARRAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2.977,60</b>	<b>2.977,60</b>
<b>Pararrayos.Nivel I. 75 mts.radio</b>			
Pararrayos tipo anticipación del cebado de la firma Aplicaciones Tecnológicas S.A. o equivalente, modelo ION CORONA DAT-CONTROLLER, (9000) NIVEL I de 75 m. de radio de acción, sobre mástil de 6 m. de altura, incluyendo soportes, mástil, acoplamiento, contador de rayos, vía mástil para protección antena TV, tubo PVC rígido bajada, pieza de adaptación entre mástil y pararrayos, grapas, manguitos, tubo de protección aislado, cable de cobre 70 mm <sup>2</sup> ., picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud, arqueta de registro, puentes de comprobación y sales mejoradoras del terreno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			

<b>BATERÍA CONDENSADORES</b>	<b>1</b>	<b>26.216,04</b>	<b>26.216,04</b>
<b>Batería condensadores 600 kVAr</b>	1	26.216,04	26.216,04
Batería de condensadores regulable automáticamente en armario y una potencia de 600 kVAr con una composición física de 2x50+5x100 kVAr escalones, 400 V, 215 Hz, fusibles, contactores con resistencia de preinserción y regulador, modelo VARSET SAH, con filtro de rechazo, armario 4, ref. 65851, de Schneider o equivalente, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, incluso transformador sumador de intensidad x/5A+5A, 5 VA, para señal regulación, instalada.			

<b>CONDUCTORES</b>	<b>1</b>	<b>270.893,2</b>	<b>270.893,2</b>
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x6+6 mm<sup>2</sup>.</b>	1000	15,56	15.560,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x6+6 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x6+6 mm<sup>2</sup>.</b>	100	27,27	2.727,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x6+6 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x240 mm<sup>2</sup>.</b>	1200	80,16	96.192,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x240 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x16+16 mm<sup>2</sup>.</b>	150	37,35	5.602,50



Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x16+16 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x16+16 mm<sup>2</sup>.</b>	175	56,75	9.931,25
Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x16+16 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x25+16 mm<sup>2</sup>.</b>	450	70,59	31.765,50
Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x25+16 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x25+16 mm<sup>2</sup>.</b>	300	52,75	15.825,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x25+16 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x10+10 mm<sup>2</sup>.</b>	100	25,11	2.511,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x10+10 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.4x10+10 mm<sup>2</sup>.</b>	100	37,70	3.770,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 4x10+10 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x50 mm<sup>2</sup>.</b>	200	21,58	4.316,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15, 20, 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x50 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Iristech 1000V de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			
<b>Bandeja tipo rejilla galv. caliente 60x600</b>	100	35,71	3.571,00
Bandeja tipo rejilla de 60x600 mm, galvanizado en caliente (conforme a UNE-EN ISO 1461-99), modelo REJIBAND ref. 60232600, de PEMSA o equivalente aprobado, comportamiento ante el fuego M-0, no propagador de la llama, con borde de seguridad; completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			



<b>Bandeja tipo rejilla galv. caliente 60x200</b>	1500	16,80	25.200,00
Bandeja tipo rejilla de 60x200 mm, galvanizado en caliente (conforme a UNE-EN ISO 1461-99), modelo REJIBAND ref. 60232200, de PEMSA o equivalente aprobado, comportamiento ante el fuego M-0, no propagador de la llama, con borde de seguridad; completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.			
<b>Bandeja metál. perf. galv. caliente 60x200mm</b>	600	29,12	17.472,00
Bandeja metálica perforada construida en chapa de acero de 60x200mm, modelo PEMSABAND ref.75232200, de PEMSA o equivalente aprobado, galvanizado en caliente, M-0, borde de seguridad, base embutida y perfil lateral para tapa encastrable; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN ISO 1461-99, UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21.			
<b>Cable RZ1-K(AS+)0,6/1 kV.Cu.1x240 mm<sup>2</sup></b>	360	101,25	36.450,00
Cable flexible designación RZ1-K(AS+) 0,6/1 kV resistente al fuego (UNE 21123-4, 20431, 21022, UNE-EN 50200, IEC 331). Uso según: ITC 28 y 29 del REBT 2002. Sección de 1x240 mm <sup>2</sup> en cobre, Afumex Firs de PRYSMIAN o equivalente aprobado, instalado.			

<b>TOTAL</b>	<b>2.101.280,14 €</b>
--------------	-----------------------



***ANEXOS***







## **ANEXOS**

### **ÍNDICE:**

<b>1.- GRUPO ELECTRÓGENO</b>	<b>166</b>
<b>2.- TRANSFORMADORES</b>	<b>172</b>
<b>3.- CELDAS COMPACTAS RM6</b>	<b>174</b>
<b>4.- CELDAS MODULARES SM6</b>	<b>175</b>
<b>5.- LUMINARIAS.</b>	<b>176</b>



## 1.- GRUPO ELECTRÓGENO

**GRUPO ELECTRÓGENO  
CATERPILLAR C18 PKGI  
SERVICIO DE EMERGENCIA  
600 kVA @ 1500 RPM  
400 V - 50 Hz**



**Fig10. Grupo electrógeno Caterpillar 600 kVA. (Fuente: Catálogo Caterpillar)**

### ALCANCE DE SUMINISTRO

Grupo electrógeno formado por conjunto motor diesel CATERPILLAR modelo C18 y generador CATERPILLAR modelo LC6124G (247-6124), montados sobre bancada metálica común, incorporando los componentes que se describen según sus distintos sistemas.

### SISTEMA DE ADMISIÓN

- Filtro de aire modular de tipo seco, con tambor autocentrable de alto rendimiento de filtrado. Incorpora evacuador de polvo.
- Indicador de servicio para cambio de filtro.

### SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Radiador instalado en bancada de grupo, dimensionado para 50°C, incorporando tanque de expansión. Suministrado con rejilla de protección en descarga de aire.
- Ventilador soplante con protecciones accionado por el motor diesel a través de correas.
- Bomba de agua centrífuga accionada por el motor diesel mediante engranajes.
- Tubería de drenaje de refrigerante con válvula de corte.
- Dispositivo de alarma y parada de motor por bajo nivel de refrigerante, montado en tanque de expansión.
- Anticongelante de larga duración Caterpillar ELC para primer llenado de circuito.
- Resistencia de calefacción del agua de refrigeración, incorporando válvulas de aislamiento y control interno (opcionalmente se puede solicitar su control en cuadro de automatismo).

### SISTEMA DE ESCAPE

- Flexible de escape en acero inoxidable con contrabrida para soldar (suministro suelto).
- Silencioso de 25 dB(A) de atenuación.



#### SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Filtro de combustible primario y secundario.
- Bomba manual de cebado de combustible.
- Tanque estructural en bancada de grupo con capacidad para 1.350 litros.
- Decantador de agua.
- Interruptor de nivel con alarma por bajo nivel de combustible.
- Tubería flexible de combustible para las conexiones.

#### SISTEMA DE LUBRICACIÓN

- Cáster de aceite.
- Enfriador de aceite de lubricación con válvula de derivación.
- Filtro de aceite.
- Bomba de circulación de aceite de engranajes accionada por el motor.
- Aceite lubricante para primer llenado.
- Tuberías de drenaje de aceite.
- Eliminación de gases.
- Bomba manual vaciado de cáster.

#### SISTEMA DE ARRANQUE

- Motor de arranque de 24 Vcc.
- Juego de 2 baterías de arranque con soporte, cables y botellas de ácido para llenado.
- Alternador de carga de 45 Amp.
- Cargador de baterías de 5 Amp (opcionalmente se puede solicitar un cargador de mayor capacidad).

#### SISTEMA DE CONTROL

Regulador de velocidad electrónico ADEMIII.

#### INSTRUMENTACIÓN

Panel de control EMCP 3.1 instalado en el grupo electrógeno:

- Pantalla de cristal líquido para visualización de parámetros de operación tanto de motor como de generador.
- 2 lámparas de aviso de alarma/parada (ámbar, rojo).
- 3 teclas con sus lámparas indicadoras de estado para: arranque manual/paro manual/funcionamiento en automático.
- 1 tecla de prueba de lámparas.
- 1 tecla para reconocimiento de alarmas.
- Teclado multifunción para navegación.
- 1 tecla para visualización de parámetros de motor.
- 1 tecla para visualización de parámetros de generador.
- Multimetro digital, con indicación de:
  - Tensiones de generación de línea y de fase.
  - Corrientes (por fase y media).
  - Frecuencia.
  - Revoluciones de motor.
  - Tensión de baterías.
  - Horas de motor.
  - Presión de aceite.
  - Temperatura de agua.
  - Registro de los 20 últimos fallos.
- Medidas en verdadero valor eficaz con precisión del 2%.



- Ajustes y programación almacenados en memoria no volátil, para evitar pérdidas ante eventuales fallos de alimentación.
- 3 niveles de seguridad mediante contraseña para protección de los ajustes.
- Grado de protección del frontal IP56, resistente a salpicaduras de combustible y aceite de motor, IP 22 en la parte trasera.
- Rango de temperatura de funcionamiento desde -20° C a 70° C.
- Indicaciones de alarma/parada por:
  - Fallo de arranque.
  - Alta temperatura de agua alarma/parada.
  - Baja presión de aceite alarma/parada.
  - Sobrevelocidad.
  - Alta/baja tensión de baterías.
  - Parada de emergencia activada.

Todas estas condiciones de alarma/parada son anunciadas mediante el encendido de la correspondiente lámpara, así como con el texto descriptivo en la pantalla.

- Controles:
  - Automático/Arranque/Paro.
  - Parada con tiempo de enfriamiento.
  - Parada de emergencia.
  - Ciclo de arranque programable.
  - Prueba de lámparas.
- Entradas digitales (6 en total):
  - Parada de emergencia remota.
  - Arranque Remoto.
  - 2/4 canales programables en función del tipo motor.
  - El número de entradas programables puede variar en función de la versión del panel.
- Salidas de relé (6 en total):
  - Activación del motor de arranque.
  - Control de combustible.
  - 4 canales programables.
  - El número de relés programables puede variar en función de la versión del panel.

#### GENERADOR

- Sistema de excitación AREP (que incrementa la capacidad de arranque de motores y tiene una capacidad de mantener un 300% de la I nominal durante 10 seg.)
- Regulador de tensión R448 (opcionalmente disponible en versión trifásica).
- Interruptor tetrapolar con bobina de disparo y contacto auxiliar de estado montado en armario situado en la parte trasera del grupo (detrás del generador), homologado IEC.
- Aislamiento clase H.
- Elevación de temperatura clase H.
- Filtro RFI.

#### CUADRO DE AUTOMATISMO

El cuadro de automatismo completa las funciones de mando y protección de los paneles de control instalados en el propio grupo electrógeno.

Su principal función es la de vigilar la tensión trifásica de red de la compañía eléctrica, con el fin de arrancar el grupo electrógeno, para poder realizar el suministro de energía a los consumidores, gracias al control que se realiza sobre los contactores de la transferencia de red/generador.



#### Posibilidades de modo de funcionamiento

El funcionamiento del grupo electrógeno es controlado por el automatismo de control GECON-FSA, y es posible seleccionarlo en varios modos:

- **Automático:** arranque automático del grupo al producirse el fallo de la red eléctrica, desconexión del interruptor de red y conexión del interruptor del generador. Transcurrido el tiempo de retardo para estabilización de red tras su vuelta, desconexión del interruptor del generador y conexión del interruptor de red, funcionamiento en vacío del grupo para estabilización de temperaturas y posterior parada.
- **Test en vacío:** arranque automático del grupo al seleccionar esta modalidad, funcionando este en vacío, si estando seleccionado en test se produjese un fallo de la red, el automatismo retorna a la función automática para realizar el suministro de energía a consumidores.
- **Test en carga:** función idéntica al modo automático, siendo simulado por el automatismo un fallo de red que hace que el grupo arranque y se haga cargo de la transferencia red/grupo.
- **Marcha en vacío:** en esta posición se produce el arranque manual del grupo, el contactor de red permanece conectado.
- **Marcha en carga:** igual a la anterior con la excepción de que el contactor de red permanece desconectado y es conectado el de generador.
- **Off/Reset:** con el grupo parado, no es posible el arranque del mismo en caso de fallo de la red de compañía, si por el contrario el grupo estuviese en marcha se produciría el paro inmediato. En cualquier caso el contactor de red permanecerá conectado. En caso de alarma de parada, borrado de dichas alarmas

#### Sistema de protecciones (Gestión de Alarmas)

Las alarmas que el automatismo es capaz de gestionar pueden ser internas (la vigilancia la realiza el automatismo) o externas (la vigilancia la realizan componentes externos y son recibidas mediante contactos). Estas alarmas son:

- Fallo de arranque (interna).
- Aviso en control de grupo (externa).
- Paro en control de grupo (externa).
- Sobrecarga (externa).
- Bajo nivel de combustible (externa).

Cualquier alarma producida, además de señalizar el correspondiente led, producirá una señal acústica con una duración máxima de 2 minutos.

#### Señalizaciones

Además de la indicación de alarmas, el automatismo señala mediante LED:

- Tensión de baterías correcta.
- Contactor de red conectado.
- Tensión generador correcta.
- Frecuencia generador correcta.
- Contactor de generador conectado.
- Consumidores alimentados.
- Tensión red correcta.

#### Otros datos técnicos

El automatismo cumple con los siguientes datos técnicos:

- Retardo arranque por fallo de red: 3 seg
- Número intentos arranque: 3
- Duración impulsos arranque: 20 seg
- Duración pausas entre impulsos: 10 seg
- Retardo conex. contactor generador: 3 seg



- Retardo vigilancia alarmas: 10 seg
- Retardo reconexión vuelta de red: 60 seg
- Duración marcha en vacío: 120 seg
- Duración orden de parada: 120 seg
- Retardo alarma generador: 60 seg
- Retardo alarma fallo de marcha: 3 seg
- Máxima corriente carga baterías: 2 A
- Duración máxima bocina: 120 seg
- Potencia contactos relés: 8 A

## DATOS TÉCNICOS

### GRUPO ELECTRÓGENO

Marca..... CATERPILLAR  
Modelo..... C18 PKGI  
Potencia..... 600 kVA / 480 kWe  
Tensión..... 400 V. Trifásico  
Servicio..... Emergencia. ISO 8528

### MOTOR

#### DATOS GENERALES

Marca..... CATERPILLAR  
Modelo..... C18 ATAAC  
Tipo de combustible..... Gas-oil  
Número de cilindros..... 6  
Disposición..... En Línea  
Diámetro..... 145 mm  
Carrera..... 183 mm  
Cilindrada..... 18,13 litros  
Relación de compresión..... 14,5:1  
Aspiración..... Turboalimentado y Postenfriado  
Velocidad..... 1500 rpm  
Potencia al volante (sin ventilador)..... 535 kWm

#### SISTEMA DE ADMISIÓN

Volumen de aire de combustión..... 40,7 m<sup>3</sup>/min

#### SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Volumen de agua incluido el radiador..... 1,3 litros  
Volumen de agua sin radiador..... 20,8 litros  
Caudal de aire del radiador..... 660 m<sup>3</sup>/min  
Restricción de aire admisible..... 0,12 kPa  
Potencia consumida por el ventilador..... 14 kW  
Potencia resistencia calefacción de agua. 3 kW  
Tensión de alimentación..... 240 Vac

#### SISTEMA DE ESCAPE

Caudal de gases de escape..... 117,6 m<sup>3</sup>/min  
Temperatura gases de escape..... 544,8 °C  
Contrapresión máxima de escape..... 10 kPa  
Contrapresión de diseño de escape..... 5 kPa  
Pérdida de carga en silenciosos..... 1 kPa  
Diámetro interno de brida de escape..... 203,2 mm

#### SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Capacidad del cárter de aceite..... 38 litros  
Tipo de aceite recomendado API..... CI-4



### **SISTEMA DE ARRANQUE**

Tensión de baterías..... 24 Vcc

### **GENERADOR**

#### **DATOS GENERALES**

Marca..... CATERPILLAR  
Modelo..... LC6124G (247-6124)  
Potencia..... 600 kVA  
Velocidad..... 1500 rpm  
Frecuencia..... 50 Hz  
Tensión..... 400 V. Trifásico  
Factor de potencia..... 0,8  
Regulación de tensión rég. permanente  $\pm 0,5\%$   
Ajuste de tensión.....  $\pm 5\%$   
Aislamiento..... CLASE H (UL 1446)  
Protección..... IP23  
Número de cojinetes..... 1  
Factor de influencia telefónica.....  $< 50$   
Desviación de onda.....  $< 0,4\%$   
Rendimiento..... 94,10 %  
Reactancia subtransitoria directa ( $X''d$ ). 0,161  
Relación de cortocircuito..... 0,29  
KVA disponibles en “puntas de arranque”  
(para una caída de tensión del 30%) ..... 1344 kVA

#### **DIMENSIONES Y PESOS**

Largo..... 4.237,4 mm  
Ancho..... 1.536 mm  
Alto..... 2.165,8 mm  
Peso con aceite y refrigerante..... 3.790 kg  
Peso con aceite, refriger. y combustible ... 5.451 kg

#### **NORMATIVA**

El grupo electrógeno cumple o excede las siguientes normas internacionales:

ABGSM TM3, AS1359, AS2789, BS4999, BS5000, BS5514, DIN6271, DIN6280, EGSA101P, IEC 34/1, ISO3046/1, ISO8528, JEM1359, NEMA MG1-22, VDE0530, 89/392/EEC, 89/336/EEC.

La potencia en emergencia especificada para el grupo electrógeno se define como la disponible con cargas conectadas variables, para la duración de una interrupción de la fuente normal de potencia. Está especificada de acuerdo con ISO 8528. La potencia de limitación de combustible de acuerdo con ISO3046/1, AS2789, DIN6271 y BS5514.

La potencia especificada está basada en las condiciones estándar SAE J1349. Dicha especificación también aplica a las condiciones estándar según ISO3046/1, DIN6271 y BS5514.

El consumo de combustible está basado en un gasóleo de densidad API 35° a 16°C, cuyo PCI es de 42780 kJ/kg y su densidad de 838,9 kg/m<sup>3</sup> cuando es utilizado a 29°C.





## 2.- TRANSFORMADORES

### TRANSFORMADORS SECOS CLASE F TRIHAL HASTA 24KV

#### Equipo básico

Versión sin envolvente de protección (IP00):

- 4 ruedas planas orientables.
- 4 cáncamos de elevación.
- Aberturas de arrastre sobre el chasis.
- 2 tomas de puesta a tierra.
- 1 placa de características (lado de MT).
- 2 señales de advertencia de “peligro eléctrico” (señal T10).
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- Barras de acoplamiento de MT con terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas.
- Juego de barras de BT para conexión en la parte superior del transformador.
- Protocolo de ensayos individuales y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

#### Circuito magnético

El circuito magnético se realiza con chapa de acero al silicio de grano orientado aislado mediante óxidos minerales.

La elección de la calidad de las chapas y de la técnica de corte y ensamblado garantiza un nivel de pérdidas, corriente en vacío y de ruido muy reducidos.

La protección contra la corrosión, tras el ensamblado, queda garantizada por una resina alquida de clase F, secada al horno.

#### Bobinado de baja tensión

El bobinado de baja tensión se realiza en banda de aluminio o cobre (según el estándar de fabricación). Esta técnica permite obtener esfuerzos axiales nulos en cortocircuitos.

La banda está separada por una película aislante de clase F preimpregnada en resina époxy reactivable en caliente.

Los extremos del bobinado están protegidos y aislados con un aislante de clase F, cubierto de resina époxy reactivable en caliente.

El conjunto del bobinado se polimeriza en masa en el horno durante 2 horas a 130 °C, lo que garantiza:

- Gran resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial.
- Excelente resistencia dieléctrica.
- Buena resistencia a los esfuerzos radiales del cortocircuito franco.

La salida de cada bobinado BT se compone de terminales de conexión de aluminio estañado o de cobre, permitiendo realizar cualquier conexión sin tener que recurrir a una interfase de contacto (grasa, bimetálico).

El montaje se realizará según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y la tuerca.

#### Bobinado de media tensión

El bobinado de media tensión se realiza por lo general en hilo de aluminio o de cobre aislado, según el método de bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Para intensidades elevadas, el bobinado de media tensión se realiza con la tecnología de “bandas”.

Estos procedimientos permiten obtener un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina.

El bobinado es encapsulado y moldeado bajo vacío en una resina de clase F cargada e ignífuga.

Gracias a estas técnicas de bobinado y encapsulado en vacío, se consigue reforzar las características dieléctricas, el nivel de descargas parciales es particularmente bajo (garantía  $\leq 10$  pC), lo cual representa un factor determinante en cuanto al aumento de la vida útil del transformador y una mayor resistencia a las ondas de choque.

Las salidas de conexión MT en las barras de acoplamiento de cobre permiten realizar cualquier conexión sin recurrir a una interfase de contacto (grasa, placa bimetálica).

El montaje se realiza según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y tuerca.

### Protección térmica T

Esta protección térmica permite visualizar digitalmente las temperaturas de los bobinados e incluye:

#### Sondas PT 100

La característica principal de una sonda PT 100 es que proporciona la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0°C a 200°C.

El control de la temperatura y su visualización se realizan a través de un termómetro digital.

Las 3 sondas, compuestas cada una por un conductor blanco y dos rojos, están instaladas dentro de la parte activa del transformador Trihal a razón de una por fase.

Las sondas van ubicadas dentro de un tubo, lo que permite su eventual sustitución.

1 bornero de conexión de las sondas PT 100 al termómetro digital T.

El bornero está equipado con un conector desenchufable.

Las sondas PT 100 se suministran conectadas al bornero fijado en la parte superior del transformador.

1 termómetro digital T caracterizado por tres circuitos independientes.

Dos de los circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT 100, uno para la alarma 1 y otro para la alarma 2.

Cuando la temperatura alcanza 140 °C (o 150 °C), la información de la alarma 1 (o la alarma 2) es tratada mediante dos relés de salida independientes equipados con contactos inversores.

La posición de estos relés es señalizada mediante dos diodos (LED).

El tercer circuito controla el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica.

El relé correspondiente (FAULT), independiente y equipado con contactos inversores, los aísla instantáneamente de la alimentación del aparato. Su posición también se indica a través de un diodo (LED).



**Fig11. Transformador Trihal de 1000 KVA**  
(Fuente: Catálogo Schneider)



**Fig12. Sonda PT100 de temperatura**  
(Fuente: Catálogo Schneider)

### 3.- CELDAS COMPACTAS RM6

#### Descripción de la celda RM6

RM6 es una celda de reducidas dimensiones compuesta de 1 a 6 unidades funcionales integradas. Este conjunto monobloque con aislamiento integral incluye:

- Una envolvente metálica de acero inoxidable, estanca y sellada de por vida, que contiene las partes activas, el interruptor seccionador, el seccionador de tierra, el interruptor combinado con fusibles o el interruptor automático.
- De uno a cuatro compartimentos para cables con pasatapas de conexión.
- Un compartimento de baja tensión.
- Un compartimento de mando.
- Un compartimento de fusibles para la función Q (interruptor combinado con fusibles).
- La celda compacta RM6 responde a la definición de “sistema a presión sellado”, conforme con la recomendación CEI.
- El interruptor seccionador y el seccionador de tierra ofrecen todas las garantías de maniobra para el usuario:

#### Estanqueidad.

La envolvente está llena de SF6 a una presión relativa de 0,2 bares y queda sellada de por vida después del llenado. Su estanqueidad se verifica sistemáticamente en fábrica y otorga al aparato una esperanza de vida útil de 30 años. Por lo tanto, la celda RM6 no requiere ningún mantenimiento de las partes activas.

#### Corte del interruptor seccionador.

La extinción del arco eléctrico se obtiene aplicando la técnica de autosoplado de SF6.

#### Interruptor automático.

La extinción del arco eléctrico se obtiene aplicando la técnica del arco giratorio, acompañada de autoexpansión de SF6, lo que provoca el corte de cualquier intensidad hasta la intensidad de cortocircuito.



**Fig13. Conjunto de 3 celdas RM6 (Fuente: Catálogo Schneider)**

## 4.- CELDAS MODULARES SM6

### Descripción de las celdas SM6

La gama SM6-24 está compuesta por celdas modulares equipadas con apartamentada fija, bajo envoltorio metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como aislante y agente de corte en los aparatos siguientes:

- Interruptor-seccionador.
- Interruptor-automático Fluarc SF1.
- Seccionador.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Contactor ROLLARC.

La gama SM6-24 responde, en su concepción y fabricación, a la definición de apartamentada bajo envoltorio metálica compartimentada, de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Las celdas SM6-24 permiten realizar la parte MT de los centros de transformación MT/BT de distribución pública y privada hasta 24 kV.

Las celdas SM6-24 están concebidas para instalaciones de interior (IP2XC según norma UNE 20324 o CEI 60529), beneficiándose de unas dimensiones reducidas:

- Anchuras de 375 mm (celdas de interruptor) a 750 mm (celdas de interruptor automático).
- Altura de 1600 mm.
- Profundidad a cota cero de 840 mm.

Lo que permite su ubicación en un local de dimensiones reducidas o en el interior de un edificio prefabricado de hormigón.

El grado de protección, según UNE 20324 o CEI 60529, de la envoltorio externa, así como para los tabiques laterales de separación de celdas en la parte destinada a la colocación de los terminales de cables y fusibles, es IP3X.

Para el resto de compartimentos es IP2X.

En lo referente a daños mecánicos, el grado de protección es “7” (UNE 20324 o CEI 60529).

Los cables se conectan desde la parte frontal de las celdas.

La explotación está simplificada por la reagrupación de todos los mandos sobre un mismo compartimento frontal.

Las celdas pueden equiparse con numerosos accesorios (bobinas, motorización, contactos auxiliares, transformadores de medida y protección, etc.).

### Relés de protección

VIP (protección autónoma, sin fuente de alimentación auxiliar, integrada en el interruptor automático conforme con las normas CEI 60255)

Con 2 tipos de captadores CR se abarca toda la gama de intensidades desde 10A a 630A.

Protecciones de fase y/u homopolar a tiempo dependiente y tiempo definido:

- VIP300P: protección de fase (50/51).
- VIP300LL: protección de fase (50/51) y homopolar (50N/51N).



**Fig14. Celda de Interruptor-Seccionador**  
(Fuente: Catálogo Schneider)



**Fig15. Celda de Interruptor automático**  
(Fuente: Catálogo Schneider)

## 5. - LUMINARIAS

### SYLVANIA 0054709 SYLWING R BESS4 314



Fig16. Luminaria Sylvania Sylwing R (Fuente: Catálogo Sylvania)

Emisión de luz:

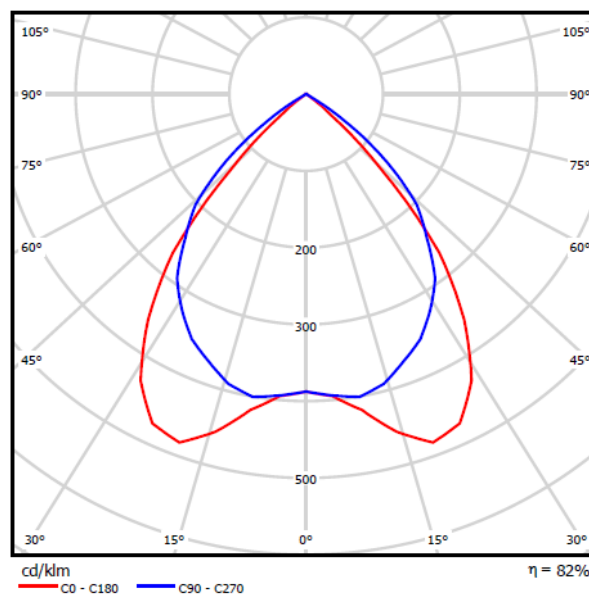


Fig17. Diagrama emisión de luz Sylvania Sylwing R BESS 314 (Fuente: Catálogo Sylvania)

**Clasificación luminarias según CIE: 100**

**Código CIE Flux: 75 100 100 100 82**

SYLWING la R es una luminaria de 50mm de profundidad, conveniente para módulos 300mm y 600mm de techo suspendidos. Una luminaria que puede ser instalado sin quitar el marco de persiana o lámparas.

Cuerpo de acero de hoja blanco cubierto 0,8mm. Paneles microperforados sobre lados longitudinales. La lámpara cuádruple 600mm módulos es provista de separaciones de panel centrales y laterales microperforadas. Fijada de forma segura al techo con 4 tornillos de 6.5mm de diámetro. La luminaria se mantiene colgada durante maniobras de mantenimiento, asegurando además continuidad automática de la tierra.

BEES4. Descripción Óptica: Especular tridimensional óptico 200cd/m<sup>2</sup> para gama = 65 °  
Usos recomendables: salones, oficinas, escuelas, mostradores, edificios altos, edificios públicos...

### GRUPO INDAL DUO 18126- TCD-G24d3 26 W



Fig18. Luminaria Indal Duo 26 W (Fuente: Catálogo Indal)

#### Emisión de luz:

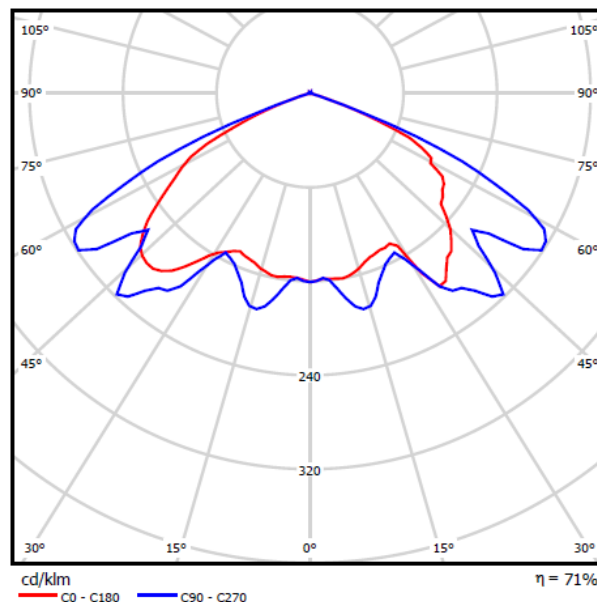


Fig19. Diagrama emisión de luz Indal Duo 26 W (Fuente: Catálogo Indal)

**Clasificación luminarias según CIE: 99**

**Código CIE Flux: 38 81 100 100 72**

Downlights para lámparas de fluorescencia compacta de 1 y 2 lámparas hasta 32W (TCD-E TCD). Aros de empotramiento en policarbonato (PB) o acero. Un único diámetro lo que permite tener en una misma instalación combinación de luminarias de ambas series según las necesidades luminosas y de altura. Reflectores de altura reducida (mayor apertura menor espacio necesario en plenum de falso techo) o de muy alto rendimiento y confort visual ambos en policarbonato metalizado. Incorpora equipos eléctricos (electromagnéticos electrónicos o regulables bajo demanda) adosados al reflector o separados en bandeja lo que permite distribuir mejor el peso de la luminaria según los techos. Alto factor de potencia en todas las versiones en cumplimiento de la normativa en vigor y como garantía de una buena instalación. Cierres difusores combinables cinco versiones. 8 acabados diferentes. IP-23 (Síst. óptico); IP-44 (Síst. óptico); IP-20; Ik 03; Ik 06; Clase I; Clase II.

# ***BIBLIOGRAFÍA***







## BIBLIOGRAFÍA

- “Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas”. J.C. Toledano Gasca. Ed. Paraninfo, 1997.
- “Electrotecnia”. Pablo Alcalde San Miguel. Ed. Thompson-Paraninfo, 2004.
- “Protecciones de sistemas de potencia”. Andoni Iriondo Barrenetxea. Ed. Universidad del País Vasco, 1997.
- “Instalaciones eléctricas”. Jesús de la Casa Hernández. Ed. Universidad de Jaén, 2001.
- “Instalaciones en Media y Baja Tensión”. J. García Trasancos. Ed. Paraninfo, 2004.
- “Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”. N. Moreno, R. Ed. Paraninfo, 2004.
- Instalaciones en Baja Tensión. Manual teórico-práctico. Grupo Schneider.
- Catálogo luminarias 2008/09 de Sylvania.
- Catálogo luminarias 2008/09 de Indal
- Documentación técnica sobre conductores de Prysmian.
- Documentación técnica aparillaje baja tensión. Grupo Schneider.
- Documentación técnica aparillaje media tensión. Grupo Schneider.
- R.E.B.T. Reglamento electrotécnico de baja tensión, Agosto 2002.
- R.A.T. Reglamento de líneas de alta tensión.
- Código técnico de la edificación.
- Tablas de selectividad entre componentes. Grupo Schneider.
- UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de puesta a tierra en redes de distribución, 1985

## PROGRAMAS UTILIZADOS

- Hoja de cálculo de conductores diseñada en excel.
- Dialux 4.7
- Autocad 2008.



***PLANOS***





## **PLANOS**

### **ÍNDICE:**

- PLANO 01: PUESTA A TIERRA.
- PLANO 02: ELECTRICIDAD SÓTANO TERCERO.
- PLANO 03: ELECTRICIDAD SÓTANO SEGUNDO.
- PLANO 04: ELECTRICIDAD SÓTANO PRIMERO.
- PLANO 05: ELECTRICIDAD PLANTA BAJA.
- PLANO 06: ELECTRICIDAD PLANTA PRIMERA.
- PLANO 07: ELECTRICIDAD PLANTA SEGUNDA.
- PLANO 08: ELECTRICIDAD PLANTA TERCERA.
- PLANO 09: ELECTRICIDAD PLANTA CUARTA.
- PLANO 10: ELECTRICIDAD PLANTA ÁTICO.
- PLANO 11: ELECTRICIDAD PLANTA CUBIERTA.
- PLANO 12: ESQUEMAS ELECTRICOS (I).
- PLANO 13: ESQUEMAS ELECTRICOS (II).

